

Translation of the attached sheet (Japanese text portions only)

Background Art Information

Patent No./Publication	Inventor(s)/Author(s)	Date etc
Jpn. Pat. Appln. KOKAI Publication 2000-311347, Sony, Novemer 7, 2000, Title: Drive Apparatus		
*Concise Explanation		
The reference discloses a method of setting parameters to enhance the data-reproducing efficiency of an optical disk drive.		
*Concise Explanation		
*Concise Explanation		
Prior Applications of Inventors or of Kabushiki Kaisha Toshiba (Assignee)		
Application No.	Toshiba Reference	Country Agent memo
Inventor(s)		
Signature & Date		

Patent engineer's comment on inventor's information or patent engineer's information		
None		
*		
Checked by		
Dated		
Toshiba Reference		
Japanese Agent's Ref		
sheet		

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-311347

(P2000-311347A)

(43)公開日 平成12年11月7日(2000.11.7)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 1 1 B 7/005		G 1 1 B 7/00	6 3 6 Z 5 D 0 9 0
20/18	5 2 0	20/18	5 2 0 E
	5 5 2		5 5 2 Z
	5 7 2		5 7 2 C
			5 7 2 F
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 32 頁)			

(21)出願番号 特願平11-116427

(22)出願日 平成11年4月23日(1999.4.23)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 山口 茂男

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74)代理人 100086841

弁理士 脇 篤夫 (外1名)

Fターム(参考) 5D090 AA01 BB02 BB03 BB05 BB10

CC04 CC16 DD03 DD05 EE13

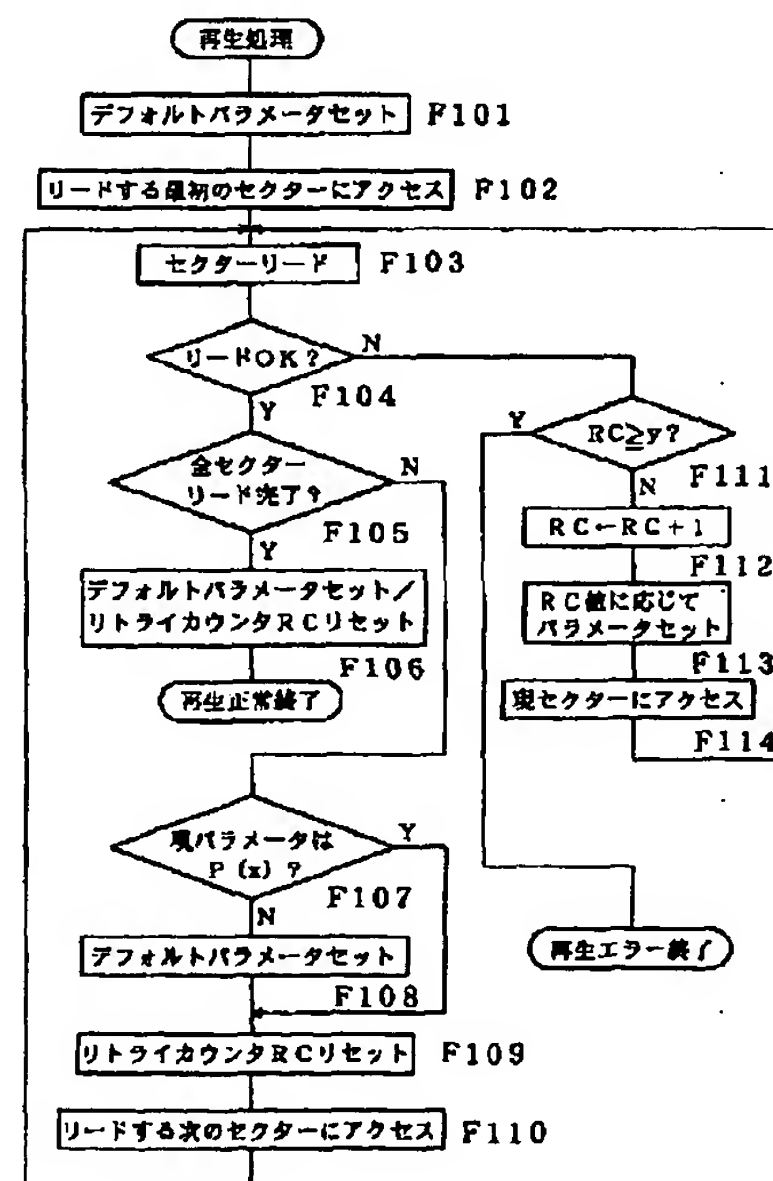
EE16 FF37 FF43 HH01

(54)【発明の名称】 ドライブ装置

(57)【要約】

【課題】 再生動作の効率化、迅速化、性能の向上。

【解決手段】 再生NGによるリトライ時には、リトライ毎にパラメータ設定状態を変更していくようにしており、そしてあるパラメータ設定状態においてリトライ成功となった場合は、次のセクターの本再生に移る際に、そのリトライ成功時の設定状態の種別に応じて、パラメータ設定状態を維持するか、もしくは初期値へに戻すかを選択できるようにする。具体的には、リトライ成功時の設定状態が、継続性のあるエラー原因に対応できる設定状態である場合は、続いて実行する単位領域の再生時に、その設定状態を維持させるようにし、一方、リトライ成功時の設定状態が、そのセクターに固有のエラー原因に対応できる設定状態である場合は、続いて実行するセクターの再生時に、パラメータ設定状態を初期値に戻す。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光照射を行って記録媒体に記録されたデータ信号の読出を行うことのできるヘッド手段と、  
前記ヘッド手段により読み出されたデータ信号に対して、各種設定されたパラメータに基づいて再生信号処理を行い、再生データを得る再生回路手段と、  
記録媒体上の単位領域毎に、前記ヘッド手段及び前記再生回路手段による再生動作を実行させるとともに、単位領域の再生時に、前記ヘッド手段により読み出されたデータ信号に対して、前記再生回路手段で適正な再生データが得られなかった際に、その単位領域に対する再生動作のリトライを実行させる再生制御手段と、  
前記再生制御手段によって実行制御されるリトライ毎に、前記再生回路手段における各種パラメータの設定状態を変化させるとともに、ある設定状態におけるリトライ動作により適正な再生データが得られた場合は、その設定状態の種別に応じて、続いて実行する単位領域の再生時に、その設定状態を維持させ、又は設定状態を初期値に戻すことのできるパラメータ設定手段と、  
を備えたことを特徴とするドライブ装置。

【請求項2】 前記パラメータ設定手段は、リトライ動作により適正な再生データが得られた際の設定状態の種別が、次の単位領域に継続性のあるエラー原因に対応できる設定状態である場合は、続いて実行する単位領域の再生時に、その設定状態を維持させることを特徴とする請求項1に記載のドライブ装置。

【請求項3】 前記パラメータ設定手段は、リトライ動作により適正な再生データが得られた際の設定状態の種別が、その単位領域に固有のエラー原因に対応できる設定状態である場合は、続いて実行する単位領域の再生時に、設定状態を初期値に戻すことを特徴とする請求項1に記載のドライブ装置。

【請求項4】 継続性のあるエラー原因に対応できる設定状態とは、記録時のレーザパワーが不適切であったことに対応できる設定状態であることを特徴とする請求項2に記載のドライブ装置。

【請求項5】 単位領域に固有のエラー原因に対応できる設定状態とは、その単位領域に存在するディフェクト又は複屈折に対応できる設定状態であることを特徴とする請求項3に記載のドライブ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は記録媒体に対してデータの再生を行うことのできるドライブ装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 光ディスク、光磁気ディスク等の記録媒体に対して再生動作を行うドライブ装置では、或るセクター（セクターとは記録媒体上のデータの単位領域）に

対するデータ再生動作を行った際に、デコードNG、つまりデータリードが適正にできないことがある。その原因としては、そのセクターにディフェクトや複屈折が存在することで再生RF信号が乱れてしまったことや、或いはそのセクターの記録時のレーザパワーが不適切であったということなどがあげられる。これらの原因を大別すると、前後のセクター（必ずしも物理的に連続していてもデータ内容的に前後となるセクター）に継続性のあるエラー原因と、そのセクターに固有のエラー原因に分けられる。

【0003】 継続性のあるエラー原因とは、1つのセクターで再生NGが生じた場合に、次のセクターでも同一の原因による再生NGが生じる可能性の高いエラー原因をいう。例えば記録時のレーザパワーが不適切であったというエラー原因がこれに相当する。例えば1回の再生動作は、通常、1回の記録動作で記録された複数のセクターを再生するものとなる。そして複数のセクターにかかる一連の記録動作においては、その各セクターは同じ記録レーザパワーで記録されている可能性が高い。これは、最初のセクターにおいて記録レーザパワーが適切であれば、それに続くセクターも適切であり、一方、最初のセクターにおいて記録レーザパワーが不適切であれば、それに続くセクターも不適切である可能性が高いことを意味することになる。

【0004】 一方、セクター固有のエラー原因とは、ディフェクトや複屈折があげられる。すなわち、そのセクターにおいてディフェクト（傷や汚れなど）や複屈折が生じていたことが現セクターの再生RF信号に影響を与えるもので、これは当然ながら次のセクターの再生には影響を与えない。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、ディスクドライブ装置の再生系には、その再生処理に関する各種処理過程では、各種の変更可能なパラメータがある。例えば再生RF信号に対するアンプゲイン、フィルタ処理におけるカットオフ周波数やブースト帯域、ブーストレベル、オフセットフィードバックゲイン、オフセットモード、再生クロックを得るためのPLLループゲイン、ビタビ復号を採用した場合における振幅基準値などであり、これらについての具体例は後述するが、これらのパラメータを変更することで、リード能力の特性を変えることができる。そして、上記のように何らかの原因によりあるセクターの再生がNGとなってしまった場合は、そのセクターに対しての再度の再生処理（リトライ）を行うようにするが、そのリトライの際には、全部又は一部のパラメータを変更することが行われる。すなわち各種パラメータを、考えられるエラー原因に対応してリード可能となるような設定に変更することで、リトライ時にリード成功に導く可能性を高くできるためである。

【0006】 もちろん再生NGとなった時点で必ずしも

そのエラー原因が特定できるものではないため、その時点でどのパラメータをどのように変更すれば最適であるかは一意には判別できない。そのため、リトライ毎（リトライ動作は、上限回数は設定されるが、上限回数に達するまでは、再生OKとなるまで繰り返される）にパラメータ設定状態を変えていくことにすれば、あるリトライ時点で再生OKとなる可能性を高くできる。すなわち単純に（パラメータを変更せずに）リトライを繰り返すよりは格段に再生OKに導く可能性を高くできる。

【0007】なお、説明上、或るセクターに対する初回<sup>10</sup>の再生（すなわち通常の再生動作で行われるリトライではない再生を、リトライによる再生時と区別するため

「本再生」と呼ぶこととし、またリトライとしての再生を「リトライ再生」と呼ぶこととする。また、単に「再生」とは本再生とリトライ再生を含む意味とする。

【0008】通常、或るセクターに対する本再生時には、各パラメータは初期値とされる。ここでいう初期値とは、通常の状態において最も適切な再生処理が実行できる値（リード能力として最適となる値）として予め各パラメータについて設定されている値である。そして、<sup>20</sup>もし再生NGとなった場合は、全パラメータのうちの1又は複数のパラメータが初期値から他の値に変更されることになる。

【0009】ここであるパラメータの設定状態でのリトライ再生により再生OKとなり、次のセクターの再生に進む場合、パラメータの設定をどのようにするかが問題となる。例えば、パラメータ初期値は通常状態における最適値であるため、次のセクターの本再生を開始する場合は、初期値に戻すことが考えられる。しかしながら、<sup>30</sup>上記した継続性のあるエラー原因が生じていた場合は、次のセクターでパラメータを初期値に戻すことは、再生NGとなる可能性が高いものとなる。その一方で、前セクターで発生した再生NGの原因が、そのセクター固有のものであった場合は、次のセクターでの本再生時には、パラメータを最もリード能力のよい初期値に戻すことが好適である。これらのことから、次のセクターについては最初のパラメータ設定として最適なものが決められないという現状がある。もちろん次のセクターにとって最適でないパラメータで本再生を行った場合は、再生NGとなってリトライ再生を実行する可能性も高くな<sup>40</sup>る。この場合、パラメータ設定状態を変化させながら1又は複数回のリトライを行うことで、再生OKに導くことのできる可能性は高い。しかしながら、そもそも理想的にはリトライを行わないこと、つまり本再生で再生OKに導くことが、再生時間の短縮やそれによる装置としてのレスポンスの向上、消費電力の削減などの観点から好ましいものであるため、常に各セクターについての本再生時に最適なパラメータ設定ができないことは、ドライブ装置の性能向上という点で不利なものとなる。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明はこのような問題点に鑑みて、ドライブ装置において各セクターの本再生時に適切なパラメータ設定が可能となるようにし、これによりドライブ装置の性能を向上させることを目的とする。

【0011】このために本発明のドライブ装置は、レーザ光照射を行って記録媒体に記録されたデータ信号の読出を行うことのできるヘッド手段と、ヘッド手段により読み出されたデータ信号に対して、各種設定されたパラメータに基づいて再生信号処理を行い、再生データを得る再生回路手段と、記録媒体上の単位領域毎にヘッド手段及び再生回路手段による再生動作を実行させるとともに、単位領域の再生時にヘッド手段により読み出されたデータ信号に対して再生回路手段で適正な再生データが得られなかった際に、その単位領域に対する再生動作のリトライを実行させる再生制御手段と、再生制御手段によって実行制御されるリトライ毎に、再生回路手段における各種パラメータの設定状態を変化させるとともに、ある設定状態におけるリトライ動作により適正な再生データが得られた場合は、その設定状態の種別に応じて、<sup>50</sup>続いて実行する単位領域の再生時に、その設定状態を維持させ、又は設定状態を初期値に戻すことのできるパラメータ設定手段とを備えるようにする。

【0012】すなわち、再生NGによるリトライ時には、リトライ毎にパラメータ設定状態を変更していくようにする。そしてあるパラメータ設定状態においてリトライ成功となった場合は、そのときの設定状態から、それまでの再生NGの原因が推定できるため、次のセクターの本再生に移る際に、そのリトライ成功時のパラメータ設定状態の種別に応じて、設定状態を維持するか、もしくは初期値へに戻すかを選択できるようにする。

【0013】特に、パラメータ設定手段は、リトライ動作により適正な再生データが得られた際の設定状態の種別が、次の単位領域に継続性のあるエラー原因に対応できる設定状態である場合は、続いて実行する単位領域の再生時に、その設定状態を維持させるようにする。また、リトライ動作により適正な再生データが得られた際の設定状態の種別が、その単位領域に固有のエラー原因に対応できる設定状態である場合は、続いて実行する単位領域の再生時に、設定状態を初期値に戻すようにする。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明するが、実施の形態の理解を容易とするために、下記順序のように、まずビタビ復号方法を行う再生系を有するディスクドライブ装置の構成、ビタビ復号方法等について説明し、その後、実施の形態としてのディスクドライブ装置の構成及び動作を説明していく。

1. ビタビ復号方法を行う再生系を有するディスクドライブ装置の説明



## 5

- 1-1 装置構成の概要
- 1-2 ビタビ復号方法
- 1-3 ビタビ復号器
- 2. 実施の形態のディスクドライブ装置
- 2-1 ディスクドライブ装置の構成
- 2-2 記録レーザパワーとアシンメトリの関係
- 2-3 オフセットエラー検出方式
- 2-4 パラメータ設定例
- 2-5 再生時の処理例

【0015】1. ビタビ復号方法を行う再生系を有する 10  
ディスクドライブ装置の説明

#### 1-1 装置構成の概要

まず、ビタビ復号方法を行う再生系を有する典型的なディスクドライブ装置（記録／再生装置）の一例について説明する。図1は、光磁気ディスク又は光ディスクに対して、ビタビ復号方法を行う再生系を有するディスクドライブ装置の一例の構成を示すブロック図である。但しこの図ではサーボ系等は省略してある。

【0016】記録時には、コントローラ2がホストコンピュータ1の指令に従って、記録すべきユーザデータを 20  
受取り、情報語としてのユーザデータに基づいてエンコードを行って、符号語としてのRLL(1, 7)符号を生成する。この符号語が記録データとしてレーザパワーコントロール部（以下、LPCと表記する）4に供給される。コントローラ2は、このような処理の他に、後述する復号化処理、および記録、再生、消去等の各モードの制御、並びにホストコンピュータ1との交信等の動作を行う。

【0017】LPC4は、再生時、記録時、消去時のそれぞれにおいて光ピックアップ7からのレーザ出力を実 30  
行させるようにレーザ駆動信号（ドライブパルス）を発生させる。このドライブパルスはAPC（Auto Power Control）及びドライブ部（以下APC）10に供給され、このAPC10によってドライブパルスに応じた電流がレーザダイオードに印加されることで、光ピックアップ7内のレーザダイオードからのレーザ出力が行われる。またAPC10は、レーザレベルを所定値に保つようにフィードバック制御を行っている。

【0018】このようにLPC4、APC10が、供給された記録データに対応して、光ピックアップ7のレー 40  
ザパワーを制御して、スピンドルモータ9により回転されているディスク6上にピット列を形成することにより、記録が行なわれる。例えば書換可能型光磁気ディスク（MOディスク）に対応するドライブ装置の場合は、ディスク6上に磁気極性を有するピット列を形成することになる。この場合、磁気ヘッド5がディスク6にバイアス磁界を付与する。また、追記型ディスク（WORMディスク）であって、いわゆるアブラティブタイプ（穴開け型）のディスクに対応するドライブ装置の場合は、レーザ光によりエンボスピット列が形成される。また追 50

## 6

記型ディスク（WORMディスク）であって、いわゆる合金タイプのディスクに対応するドライブ装置の場合は、レーザ光によりディスク記録面の反射率変化を生じさせることによるピット列が形成される。さらに相変化方式のディスクに対応するドライブ装置の場合は、レーザ光により相変化ピット列が形成される。

【0019】なおピット列としては、記録データに基づいて後述するように生成されるプリコード出力に従って、後述するようなマークエッジ記録が行われる。形成される各ピットを、記録データに基づいて後述するようにして生成されるプリコード出力中の各ピットに対応させる方法について、図2を参照して説明する。プリコード出力中の、例えば'1'に対してピットを形成し、'0'に対してピットを形成しない記録方法をマーク位置記録方法と称する。一方、各ピットのエッジによって表現される、プリコード出力中の各ピットの境界における極性の反転を、例えば'1'に対応させる記録方法をマークエッジ記録方法と称する。再生時には、再生信号中の各ピットの境界は、後述するようにして生成されるリードクロックDCKに従って認識される。

【0020】図1の再生系の構成および動作は次のようになる。光ピックアップ7は、スピンドルモータ9によって回転されているディスク6にレーザ光を照射し、それによって生じる反射光を受光して、反射光情報を生成する。なお詳述は避けるが、反射光情報としては、再生データに相当する再生RF信号以外に、フォーカスエラー信号ならびにトラッキングエラー信号などがある。また再生RF信号としても、例えば光磁気ディスクなど、ディスク上のセクタフォーマットにおいて、エンボスピットが形成される部分と、光磁氣的にピット列が記録される部分が存在する場合は、いわゆる和信号、差信号の2種類があり、セクター内のエリアに応じて切り換え処理される。

【0021】RF信号は、アンプ8によってゲイン調整等がなされた後にフィルタ部11に供給される。フィルタ部11は、ノイズカットを行うローパスフィルタおよび波形等化を行う波形等化器から構成される。後述するように、この際の波形等化処理において用いられる波形等化特性は、ビタビ復号器13が行うビタビ復号方法に適合するものとされる。フィルタ部11の出力が供給されるA/D変換器12は、後述するようにして供給されるリードクロックDCKに従って再生信号値 $z[k]$ をサンプリングする。

【0022】ビタビ復号器13は、再生信号値 $z[k]$ に基づいて、ビタビ復号方法によって復号データを生成する。かかる復号データは、上述したようにして記録される記録データに対する最尤復号系列である。従って、復号エラーが無い場合には、復号データは、記録データと一致する。このビタビ復号器13には、ブランチメトリックブロック（BMC）132、アッドコンペアセレ

クトブロック (ACS) 133、ステータスメモリユニット (SMU) 134、マージブロック 135 が設けられる。これらについては後述する。また、ビタビ復号器 13 には、シフトレジスタ 131、振幅基準値適応化部 (RAA) 136 も設けられる。そして A/D 変換器 12 の出力はシフトレジスタ 15 にも供給され、このシフトレジスタ 131 によって所定の遅延時間が与えられた後に振幅基準値適応化部 (RAA) 136 に供給される。これらの動作についても後述する。

【0023】ビタビ復号器 13 によって得られる復号データは、コントローラ 2 に供給される。上述したように、記録データは、ユーザデータからチャンネル符号化等の符号化によって生成された符号語である。従って、復号エラーレートが充分低ければ、復号データは、符号語としての記録データとみなすことができる。コントローラ 2 は、復号データに、上述のチャンネル符号化等の符号化に対応する復号化処理を施すことにより、ユーザデータ等を再生する。

【0024】また、フィルタ部 11 の出力は、PLL 部 14 にも供給される。PLL 部 14 は、供給された信号に基づいて、リードクロック DCK を生成する。この PLL 部 14 は、例えば光磁気ディスク 6 中に記録される一定周波数の信号を利用して位相エラーを検出する構成とされている。リードクロック DCK は、コントローラ 2、A/D 変換器 12、ビタビ復号器 13 等に供給される。コントローラ 2、A/D 変換器 12、ビタビ復号器 13 の動作は、リードクロック DCK に従うタイミングでなされる。

#### 【0025】1-2 ビタビ復号方法

以下、ビタビ復号器 13 によって行われるビタビ復号方法について説明する。上述したように、ユーザデータは、様々な符号化方法によって記録データとしての符号語に変換される。符号化方法は、記録媒体の性質および記録/再生方法等に応じて適切なものが採用される。図 1 に示したディスクドライブ装置においては、ブロック符号化において、“1”と“1”の間の“0”の数を制限する RLL (Run Length Limited) 符号化方法が用いられている。このような RLL 符号化方法と、上述したマークエッジ記録方法との組み合わせによって記録されたデータから再生される再生信号を復号するために、ビタビ復号方法を用いることができる。

【0026】このような RLL 符号化方法は、記録密度の向上、および再生動作の安定性の確保という 2 つの観点から、符号化方法に要求される条件に対応できるものである。まず、上述したように、マークエッジ記録方法は、記録データに基づいて後述するように生成されるプ

$$b[k] = \text{mod } 2 \{a[k] + b[k-1]\} \cdots (1)$$

このようなプリコード出力  $b[k]$  が実際にディスク 6 に記録される。

【0032】このような記録データの再生時にフィルタ

\*プリコード出力における“1”を各ピットのエッジによって表現される極性の反転に対応させるものなので、“1”と“1”の間の“0”の数を多くする程、各ピット 1 個あたりに記録されるビット数を多くすることができる。したがって、記録密度を大きくすることができる。

【0027】一方、再生系の動作タイミングを合わせるために必要な再生クロック DCK は、上述したように、再生信号に基づいて PLL 部 14 によって生成される。このため、記録データにおいて“1”と“1”の間の“0”の数を多くすると、再生動作の際に PLL 部 14 の動作が不安定となるので、再生動作全体が不安定なものとなる。

【0028】これら 2 つの条件を考慮すると、“1”と“1”の間の“0”の数は、多過ぎたり、少な過ぎたりしない、適切な範囲内に設定される必要がある。このような、記録データ中の“0”の数の設定に関して、RLL 符号化方法が有効となる。

【0029】ところで、図 3 に示すように、上述した RLL (1, 7) 符号化方法とマークエッジ記録方法の組み合わせにおいては、記録データに基づいて生成されるプリコード出力中の“1”と“1”の間に最低 1 個の“0”が含まれるので、最小反転幅 (RLmin) が 2 となる。このような、最小反転幅が 2 となる符号化方法が用いられる場合に、符号間干渉およびノイズ等の影響を受けている再生信号から記録データを復号する方法として、後述するように、4 値 4 状態 (6 値 4 状態) ビタビ復号方法を適用することができる。

【0030】上述したように、再生信号には、フィルタ部 11 によって波形等化処理が施される。ビタビ復号方法の前段として行われるこのような波形等化処理には、符号間干渉を積極的に利用するパーシャルレスポンス方法が用いられる。この際に用いられる波形等化特性は、一般に  $(1+D)^n$  で表されるパーシャルレスポンス特性の内から、記録/再生系の線記録密度および MTF (Modulation Transfer Function) を考慮して決められる。上述した RLL (1, 7) 符号化方法とマークエッジ記録方法の組み合わせによって記録されたデータに対して、PR (1, 2, 1) を用いる波形等化処理は、4 値 4 状態ビタビ復号方法の前段となる。

【0031】図 3 のように、マークエッジ記録方法においては、光磁気ディスク等に対する実際の記録に先立って、上述の RLL 符号化等によって符号化された記録データに基づくプリコードが行われる。各時点  $k$  における記録データ列を  $a[k]$ 、これに基づくプリコード出方を  $b[k]$  とすると、プリコードは、以下のように行われる。

部 11 中の波形等化器によってなされる波形等化特性 PR (1, 2, 1) での波形等化処理について説明する。但し、以下の説明においては、信号の振幅を規格化せず

に、波形等化特性をPR(B, 2A, B)とする。また、ノイズを考慮しない場合の再生信号の値をc[k]と表記する。さらに、ノイズを含む実際の再生信号(すなわち、ディスク6から再生された再生信号)をz[k]と表記する。

【0033】PR(B, 2A, B)は、ある時点kにおける再生信号の値に対して、時点kにおける振幅の寄与が振幅値の2A倍とされ、さらに前後の時点k-1およびk+1における振幅の寄与が各々の時点での信号の振

$$c[k] = B \times b(k-2) + 2A \times b(k-1) + B \times b[k] - A - B \cdots (2)$$

【0035】したがって、ノイズを考慮しない場合の再生信号c[k]は、A+B, A, -A, -A-Bの内の何れかの値をとることになる。一般に、再生信号の性質を示す方法のひとつとして、例えば5個の時点単位として、再生信号を多数重ね合わせたものをアイパターンと称する。この発明を適用することができる記録再生装置において、PR(B, 2A, B)の下で波形等化处理された実際の再生信号z[k]についてのアイパターンの一例を図4に示す。図4から各時点における再生信号z[k]の値は、ノイズによるばらつきを有するが、ほぼ、A+B, A, -A, -A-Bの内の何れかになることが確認できる。後述するように、A+B, A, -A, -A-Bの値は、識別点として用いられる。

【0036】上述したような波形等化处理が施された再生信号を復号するビタビ復号方法の概略は、ステップ①乃至ステップ③に示すようにされる。

ステップ①・・・符号化方法および記録媒体に対す記録方法に基づいて、生じ得る全ての状態を特定する。

ステップ②・・・ある時点における各状態を起点として、次の時点において生じ得る全ての状態遷移と、各状態遷移が生じるときの記録データa[k]および再生信号の値c[k]を特定する。なお、ステップ①および②の結果として特定された全ての状態および状態遷移と、各状態遷移が生じるときの{記録データの値a[k]/再生信号の値c[k]}を模式的に示すと後で説明する図6に示すような状態遷移図となる。そして、この状態遷移図に基づく復号動作を行うように、ビタビ復号器13が構成される。

【0037】ステップ③・・・ステップ①、②に示す状態遷移を前提として、記録媒体から各時点kにおいて再

$$a[k] = 1, a[k-1] = 1, a[k-2] = 1 \cdots (3)$$

$$a[k] = 1, a[k-1] = 1, a[k-2] = 0 \cdots (4)$$

$$a[k] = 0, a[k-1] = 1, a[k-2] = 1 \cdots (5)$$

記録データ列に課されるこのような条件に基づいて、上述の(1)式にしたがってb[k]について課される条件について検討すると、上記S<sub>nml</sub>の定義において、S<sub>010</sub>およびS<sub>101</sub>の2個の状態は生じ得ないことがわかる。したがって、生じ得る状態は、2<sup>3</sup>-2=6個である。

【0040】次に、ステップ②について説明する。ある

\*幅のB倍とされるものである。したがって、再生信号の値の最大値は、時点k-1, k, k+1において何れもパルスが検出される場合である。このような場合には、再生信号の値の最大値は、以下ようになる。

$$【0034】B + 2A + B = 2A + 2B$$

また、再生信号の値の最少値は0となる。但し、実際の取り扱いにおいては、c[k]として、DC成分のA+Bを差し引いた以下のようなものが用いられる。

※生される再生信号z[k]に基づく最尤な状態遷移が選択される。但し、上述したように、再生信号z[k]は、ビタビ復号器13に供給される前段において波形等化されたものである。このような最尤な状態遷移の選択が行われる毎に、選択された状態遷移に対応して、記録データa[k]の値を復号値とすることによって、記録データに対する最尤復号値系列としての復号データa'[k]を得ることができる。もしくは選択された状態遷移そのものを表現する状態データ値を得ることができる。図1の例では、SMU134によって状態データ値s<sub>m</sub>[k+n]の系列の状態データを得るようにしている。

【0038】以下、上述のステップ①〜③について説明する。まずステップ①について詳しく説明する。ここで用いられる状態として、ある時点kにおける状態を、時点kおよびそれ以前のプリコード出力を用いて次のように定義する。すなわち、n=b[k]、m=b[k-1]、l=b[k-2]のときの状態をS<sub>nml</sub>と定義する。このような定義によって、2<sup>3</sup>=8個の状態があると考えられるが、上述したように、実際に生じ得る状態は、符号化方法等に基づいて制限される。RL(1, 7)符号として符号化された記録データ列a[k]においては、“1”と“1”の間に最低1個の“0”が含まれるので、2個以上の“1”が連続することがない。記録データ列a[k]に課されるこのような条件に基づいてプリコード出力b[k]について一定の条件が課され、その結果として生じ得る状態に制限が加えられる。

【0039】このような制限について具体的には次のようになる。上述したようにRL(1, 7)符号化によって生成される記録データ列中に、2個以上の“1”が連続するもの、すなわち以下のパターンはあり得ない。

時点jにおける状態を起点として、次の時点j+1において生じ得る状態を求めるためには、時点j+1における記録データの値a[j+1]が1となる場合、または0となる場合に分けて調べる必要がある。

【0041】ここでは、状態S<sub>000</sub>を例として説明する。上述の(1)式にしたがって、S<sub>000</sub>すなわちn=b[j]=0, m=b[j-1]=0, l=b[j-2]=0



とプリコードされる記録データとしては、以下の2個が\*考えられる。

$$a[j]=0, a[j-1]=0, a[j-2]=1 \cdots (6)$$

$$a[j]=0, a[j-1]=0, a[j-2]=0 \cdots (7)$$

【0042】 $\cdots a[j+1]=1$ のとき

※たがって、次のように計算される。

このとき、(1)式にしたがって、 $b[j+1]$ は、以下の  
ように計算される。

【0043】

$$\begin{aligned} b[j+1] &= \text{mod } 2 \{a[j+1] + b[j]\} \\ &= \text{mod } 2 \{1 + 0\} \\ &= 1 \cdots (8) \end{aligned}$$

したがって、再生信号 $c[j]$ の値は、上述の(2)式にし<sup>10</sup>

$$\begin{aligned} c[j+1] &= \{B \times b[j+1] + 2A \times b[j] + B \times b[j-1]\} - A - B \\ &= \{B \times 1 + 2A \times 0 + B \times 0\} - A - B \\ &= -A \cdots (9) \end{aligned}$$

【0044】また、次の時点 $[j+1]$ での状態 $S_{nm1}$ については、 $n=b[j+1]$ ,  $m=b[j]$ ,  $l=b[j-1]$ である。そして、上述したように $b[j+1]=1$ ,  $b[j]=0$ ,  $b[j-1]=0$ となるので、次の時点、 $j+1$ における状態は、 $S_{100}$ である。したがって、 $a[j+1]=1$ の場合には、 $S_{000} \rightarrow S_{100}$ という遷移が生じることが特定できる。

★ように計算される。

$$\begin{aligned} b[j+1] &= \text{mod } 2 \{a[j+1] + b[j]\} \\ &= \text{mod } 2 \{0 + 0\} \\ &= 0 \cdots (10) \end{aligned}$$

したがって、再生信号 $c[j+1]$ の値は、上述の(2)式にしたがって、次のように計算される。

20 【0046】

【0045】 $\cdots a[j+1]=0$ のとき

このとき、(1)式にしたがって、 $b[j+1]$ は、以下の

$$\begin{aligned} c[j+1] &= \{B \times b[j+1] + 2A \times b[j] + B \times b[j-1]\} - A - B \\ &= \{B \times 0 + 2A \times 0 + B \times 0\} - A - B \\ &= -A - B \cdots (11) \end{aligned}$$

【0047】また、次の時点 $j+1$ における状態 $S_{nm1}$ については、 $n=b[j+1]$ ,  $m=b[j]$ ,  $l=b[j-1]$ である。そして、上述したように $b[j+1]=0$ ,  $b[j]=0$ ,  $b[j-1]=0$ となるので、次の時点における状態は、 $S_{000}$ である。したがって、 $a[j+1]=0$ の場合には、 $S_{000} \rightarrow S_{000}$ という遷移が生じることが特定できる。

【0048】このようにして、時点 $j$ における $S_{000}$ 以外の各状態についても、それらを起点として次の時点 $j+1$ において生じ得る状態遷移と、そのような各状態遷移が生じるときの記録データ値 $a[j+1]$ および再生信号値 $c[j+1]$ との対応を求めることができる。

【0049】上述したようにして、各状態について、それらを起点として生じ得る状態遷移と、各状態遷移が生じるときの記録データの値および再生信号の値との対応<sup>40</sup>を求め、模式図として示したのが図5である。上述の時点 $j$ および $j+1$ は、特別の時点ではない。したがって、上述したようにして求まる、生じ得る状態遷移とそれらに伴う記録データの値および再生信号の値との対応は、任意の時点において適用することができる。このため図5においては、任意の時点 $k$ において生じる状態遷移に伴う記録データの値を $a[k]$ と表記し、再生信号の値を $c[k]$ と表記する。

【0050】図5において状態遷移は矢印によって表される。また、各矢印に付した符号が〔記録データ値 $a$ <sup>50</sup>

$[k]$ ／再生信号値 $c[k]$ 〕を示している。状態 $S_{000}$ ,  $S_{001}$ ,  $S_{111}$ および $S_{110}$ を起点とする状態遷移は、2通りあるのに対して、状態 $S_{011}$ および $S_{100}$ を起点として生じ得る遷移は1通りのみである。さらに、図5において $S_{000}$ と $S_{001}$ は、何れも $a[k]=1$ に対しては、 $c[k]=-A$ という値を取り、 $S_{100}$ に遷移している。一方、 $a[k]=0$ に対しては、 $c[k]=-A-B$ という値を取り $S_{000}$ に遷移している。また、 $S_{111}$ と $S_{110}$ も同様に、同じ $a[k+1]$ の値について同じ $c[k+1]$ の値を取り、且つ、同じ状態に遷移している。したがって、 $S_{000}$ と $S_{001}$ をまとめて $S_{00}$ と表現し、 $S_{111}$ と $S_{110}$ をまとめて $S_{11}$ と表現することができる。さらに、 $S_{011}$ を $S_{10}$ とし、 $S_{100}$ を $S_{01}$ と表現することにして、整理したものが図6である。

【0051】図6が4値4状態ビタビ復号方法に用いられる状態遷移図である。例えば4値4状態ビタビ復号方法等の4個の状態を有する場合には、かかる4個の状態を2ビットで表現できるので、このような2ビットのデータを状態データ値として用いることができる。そこで、図6においては、それぞれ2ビットの状態データ値、00, 01, 11, 10を用いて、各状態を $S_{00}$ ,  $S_{01}$ ,  $S_{11}$ ,  $S_{10}$ と表記することになっている。

【0052】また図6に対応して、状態遷移を時間に沿



って表現する形式として、図7に示すようなトレリス線図が用いられる。図7では、2個の時点間の遷移を示しているが、さらに多数の時点間の遷移を示すこともできる。時間経過に伴い、順次右の時点に遷移していく様子が表現される。したがって、水平な矢印は、例えばS00→S00等の同じ状態への遷移を表し、斜めの矢印は、例えばS01→S11等の異なる状態への遷移を表すことになる。

【0053】上述したビタビ復号方法のステップ③、すなわち図6に示した状態遷移図を前提として、ノイズを含む実際の再生信号 $z[k]$ から最尤な状態遷移を選択する方法は次のようになる。

【0054】最尤な状態遷移を選択するためには、まず、ある時点 $k$ における状態について、その状態に至る過程において経由してきた複数時点間の状態遷移の尤度の和を計算し、さらに、計算された尤度の和を比較して、最尤の復号系列を選択することが必要である。このような尤度の和をパスメトリックと称する。

【0055】パスメトリックを計算するためには、まず、隣接する時点間の状態遷移の尤度を計算することが必要となる。このような尤度の計算は、上述の状態遷移図を参照して、再生信号 $z[k]$ の値に基づいて以下のようになされる。まず、一般的な説明として、時点 $k-1$ において、状態 $S_a$ である場合について考える。この時、ビタビ復号器13に再生信号 $z[k]$ が入力された場合に、状態 $S_b$ への状態遷移が生じる尤度が次式に従って計算される。但し、状態 $S_a$ および状態 $S_b$ は、図7の状態遷移図に記載されている4個の状態の何れかとする。

【0056】

$$(z[k] - c(S_a, S_b))^2 \cdots (12)$$

上式において、 $c(S_a, S_b)$ は、状態 $S_a$ から状態 $S_b$ への状態遷移について、図6の状態遷移図に記載されている再生信号の値である。すなわち、上述の図7において、例えば状態遷移S0→S1について、 $-A$ と算出されている値である。従って、式(12)は、ノイズを含む実際の再生信号 $z[k]$ の値と、ノイズを考慮せずに計算された再生信号 $c(S_a, S_b)$ の値の間のユークリッド距離となる。ある時点におけるパスメトリックは、その時点に至るまでのこのような隣接時点間の状態遷移の尤度の総和として定義される。

【0057】1-3 ビタビ復号器

ビタビ復号器13では、BMC132、ACS133、SMU134によって以上のような状態遷移に応じた状態データを検出していき、その状態データに対してマージブロック135が復号を行うことで、コントローラ2に復号データを供給できることになる。このビタビ復号器13の構成及び動作を説明していく。

【0058】なお、以下の説明においては、波形等化特性として、上述のPR(B, 2A, B)の代わりに、P

R( $\alpha, \beta, \gamma$ )を前提とする。このような前提は、実際のディスクドライブ装置においては、理想通りのパシカルレスポンス特性を得ることが難しく、波形等化特性が非対称なものとなることが多いことを考慮したものである。理想通りのパシカルレスポンス特性を得ることが難しい原因としては、波形等化器の動作精度の限界、記録時のレーザパワーが過大または過小であることに起因するアシンメトリー（波形の非対称性）および再生信号からA/D変換器12によるサンプリングを行う際に用いられるリードクロックの位相誤差等がある。

【0059】4値4状態ビタビ復号方法の場合では、記録時にRL(1, 7)符号化等のRLmin=2となる符号化を行い、且つ、再生時のパシカルレスポンス特性がPR( $\alpha, \beta, \gamma$ )である場合には、6値4状態となることがわかる。すなわち、RLmin=2という条件によって除かれる2個の状態以外の $2^3 - 2 = 6$ 個の $\{b[j-1], b[j], b[j+1]\}$ の組の各々について、識別点の値すなわちノイズが無い理想の場合における波形等化後の再生信号値 $c[j+1]$ が異なる値をとる。（理想的には4値であるが、実際には次に述べるc011とc110、及びc100とc001が一致しないため、6値となる。）

【0060】このような6個の識別点の値をc p q rと表記する。ここでp, q, rは、それぞれ $b[j-1], b[j], b[j+1]$ を表現している。図6には、各状態S00, S01, S11, S10の遷移にかかる識別点の値c p q rを付記している。即ちc000, c001, c011, c111, c110, c100である。なお、RLmin=2であるため、c010およびc101は無い。以下の説明は、図6の状態遷移図に従う6値4状態を前提として行う。

【0061】また、図6中の6個の状態遷移に対応して計算されるブランチメトリックを以下のように表記する。まず、遷移前の状態と遷移後の状態を表記するそれぞれ2ビットの状態データ値を書き並べて4個の数字の列とする。次に、中央寄りの2個の(すなわち2番目と3番目の)数字を1個の数字とすることによって、3個の数字の列として、1リードクロックの間に生じ得るブランチメトリックを表記する。例えば状態遷移S11→S10に伴うブランチメトリックは、bm110と表記される。このようにして、図6中の6種類の状態遷移に対応するブランチメトリックを、図7に示すように表記できる。

【0062】さらに、リードクロックに従って動作するA/D変換器12によってサンプリングされる実際の再生信号値 $z[k]$ と各識別点の値のユークリッド距離として定義されるブランチメトリックは、以下のように計算される。

【0063】

15

$$bm000 = (z[k] - c000)^2 \quad \dots (13)$$

$$bm001 = (z[k] - c001)^2 \quad \dots (14)$$

$$bm011 = (z[k] - c011)^2 \quad \dots (15)$$

$$bm111 = (z[k] - c111)^2 \quad \dots (16)$$

$$bm110 = (z[k] - c110)^2 \quad \dots (17)$$

$$bm100 = (z[k] - c100)^2 \quad \dots (18)$$

ブランチメトリックをこのように計算する場合には、各識別点の値がそのまま振幅基準値とされる。なお2乗計算を避ける等の目的で規格化パスメトリックを用いる場合には、規格化パスメトリックに対応するブランチメトリックは、式(13)～(18)に従うものとは異なる。このような場合には、振幅基準値として各識別点の

$$m10[k] = m11[k-1] + bm110 \quad \dots (19)$$

$$m11[k] = \min \{ m11[k-1] + bm111, \\ m01[k-1] + bm011 \} \quad \dots (20)$$

$$m01[k] = m00[k-1] + bm001 \quad \dots (21)$$

$$m00[k] = \min \{ m00[k-1] + bm000, \\ m10[k-1] + bm100 \} \quad \dots (22)$$

【0065】図1に示したように、A/D変換器12の出力はビタビ復号器13において、BMC132とシフトレジスタ131に供給される。ビタビ復号器13は、A/D変換器12から供給される再生信号値 $z[k]$ に基づいて、BMC132、ACS133、SMU134の動作で最尤な状態遷移を選択し、選択される状態遷移そのものを表現する状態データ $sm[k+n]$ を生成する。そして状態データに基づいてマージブロック135で復号データを生成し、コントローラ2に供給する。コントローラ2は、上述した光磁気ディスク装置の一例と同様に、供給される復号データに基づく復号化処理を行い、ユーザデータおよびアドレスデータ等を再生する。30

【0066】また、SMU134からの状態データは振幅基準値適応化部(RAA)136にも供給される。さらにシフトレジスタ131は、A/D変換器12から供給される再生信号値 $z[k]$ を所定時間遅延させてRAA136に供給する。この遅延は、ビタビ復号器13によって生成される状態データが、再生信号値 $z[k]$ に対して $n$ リードクロックの遅延を有することにタイミングを合わせるために行われるものである。なお従って、ビタビ復号器13内のSMU134が生成する状態データ値を、この遅延時間のため、 $sm[k+n]$ と表記する。40

【0067】RAA136は、各時点において供給される状態データ値 $sm[k+n]$ 及びシフトレジスタ131で $n$ クロック分遅延させられた再生信号値 $z[k]$ に基づいて、振幅基準値をリードクロック毎に更新する。そして更新された振幅基準値をビタビ復号器13内のBMC132に供給する。

【0068】ここで、ビタビ復号器13内の各ブロックについて説明していく。ビタビ復号器13内の各ブロック、即ちBMC132、ACS133、SMU134、50

16

\*値をそのまま用いることはできないが、この発明を適用することは可能である。

【0064】このようなブランチメトリックの値を用いて、時点 $k$ における状態 $S_{ij}$ のパスメトリック $m_{ij}[k]$ が以下のように計算される。

マージブロック135、シフトレジスタ131、RAA136は、PLL部14からリードクロックDCK(以下、単にクロックともいう)が供給され、動作タイミングが合わされる。

【0069】BMC132は、再生信号値 $z[k]$ に基づいて、RAA136から供給される振幅基準値のもとで、上記式(13)～式(18)に従ってブランチメトリック $bm000 \sim bm111$ を計算し、計算したブランチメトリックをACS133に供給する。

【0070】ACS133は、供給されるブランチメトリックの値に基づいて、式(19)～式(22)に従ってパスメトリックの値を計算し、計算値を比較することによって最尤な状態遷移を選択する。そして選択信号SEL00及びSEL11をSMU134に供給する。

【0071】SMU134について図8を参照して説明する。SMU134は、2ビットの状態データ値を単位とする処理を行ない、その処理によって、状態データ値 $sm[k+n]$ の系列としての状態データが生成される。

【0072】図8に示すように、SMU134は、2個のA型ステータスメモリ150、151、並びに2個のB型ステータスメモリ152、153を有している。さらにセレクト信号SEL00、SEL11、クロック、並びに他のステータスメモリとの状態データの受渡し等のための信号線が接続されて構成される。A型ステータスメモリ150と151は、それぞれ、状態S00とS11に対応する。また、B型ステータスメモリ152と153は、それぞれ状態S01とS10に対応する。これら4個のステータスメモリ相互の接続は、図6の状態遷移図に従うものとされる。

【0073】図9に、状態S00に対応するA型ステータスメモリ150の構成を示す。A型ステータスメモリ

150は、 $n$ 個の処理段を有する。すなわち、 $n$ 個のセクタ201-0...201-( $n-1$ )と、 $n$ 個のレジスタ202-0...202-( $n-1$ )とが交互に接続されている。各セクタ201-0~201-( $n-1$ )には、セレクト信号SEL00が供給される。さらに、各セクタには、上述したように、S10に対応するB型ステータスメモリ153から継承する状態データが $n$ ビットからなるPM3として供給される。また、各レジスタには、上述したように、S01に対応するB型ステータスメモリ152に継承される状態データが $n-1$ 個の状態データ10値からなるPM0として出力される。また、各レジスタ202-0~202-( $n-1$ )には、クロックが供給される。

【0074】各セクタの動作について説明する。図6に示すように、S00にて遷移し得る1クロック前の状態は、S00およびS10の何れかである。1クロック前の状態がS00である時は、自身を継承する遷移がなされることになる。このため、1段目のセクタ201-0には、シリアルシフトによって生成される状態データ中の最新の状態データ値として、'00'が入力され20る。セクタ201-0には、パラレルロードとして、B型ステータスメモリ153から供給される状態データ中の最新の状態データ値PM3[1]が供給される。セクタ201-0は、上述の選択信号SEL00に従って、これら2個の状態データ値の内の1個を後段のレジスタ202-0に供給する。

【0075】また、2段目以降の各セクタ201-1~201-( $n-1$ )は、2個のデータすなわち、パラレルロードとしてS10に対応するB型ステータスメモリ153から供給される1個の状態データ値と、シリアルシフト30として前段のレジスタから供給される1個の状態データ値とを受取る。そして、これら2個の状態データの内から、選択信号SEL00に従って、最尤なものと判断された状態データ値を後段のレジスタに供給する。セクタ201-0~201-( $n-1$ )が全て同一の選択信号SEL00に従うので、AC S133が選択する最尤な状態データ値の系列としての状態データが継承される。

【0076】さらに、各レジスタ202-0~202-( $n-1$ )は、上述したように供給される状態データ値をクロックに従って取込むことによって、保持している状態データ40値を更新する。また、上述したように、各レジスタの出力は、1クロック後に遷移し得る状態に対応するステータスメモリに供給される。すなわち、S00自身に遷移し得るので、シリアルシフトとして後段のセクタに供給される。また、パラレルロードとして、S01に対応するB型ステータスメモリ152に対して供給される。最終段のレジスタ202-( $n-1$ )から、状態データ値VM00が出力される。状態データ値VM00がクロックに従って出力されることにより、全体として状態データが生成される。

【0077】状態S11に対応するA型ステータスメモリ151は、A型ステータスメモリ150と同様に構成される。但し、図6中の状態遷移S01→S11に対応するパラレルロードとして、S01に対応するB型ステータスメモリ152から状態データPM1を供給される。また、図6中の状態遷移S11→S10に対応するパラレルロードとして、S10に対応するB型ステータスメモリ153に状態データPM2を供給する。

【0078】次に図10を参照して、状態S01に対応するB型ステータスメモリ152について説明する。B型ステータスメモリは、図6において自身を継承せず、且つ、1クロック後に遷移し得る状態が1個だけである状態に対応するものである。このため、シリアルシフトを行わず、且つ、セクタが設けられていない。従って、 $n$ 個のレジスタ212-0, 212-1, ... 212-( $n-1$ )が設けられ、各レジスタにクロックが供給されて動作タイミングが合わされる。

【0079】各レジスタ212-0, 212-1, ... 212-( $n-1$ )には、S00に対応するA型ステータスメモリ150から継承する状態データが $n-1$ 個の状態データ値からなるPM0として供給される。但し、最初の処理段となるレジスタ2120には、クロックに同期して常に'00'が入力される。かかる動作は、図6に示されるように、S01に遷移し得る最新の状態遷移が常にS00であることに対応している。各レジスタ212-0~212-( $n-1$ )は、供給される状態データ値をクロックに従って取込むことによって、保持している状態データ値を更新する。また、クロックに従ってなされる各レジスタの出力は、 $n-1$ 個の状態データ値からなる状態データPM1として、1クロック後に遷移し得る状態S11に対応するA型ステータスメモリ151に供給される。最終段のレジスタ212-( $n-1$ )から、状態データ値VM01が出力される。状態データ値VM01がクロックに従って出力されることにより、全体として状態データが生成される。

【0080】状態S10に対応するB型ステータスメモリ153は、B型ステータスメモリ152と同様に構成される。但し、図6中の状態遷移S11→S10に対応するパラレルロードとして、S11に対応するA型ステータスメモリ151から状態データPM2を供給される。また、図6中の状態遷移S10→S00に対応するパラレルロードとして、S00に対応するA型ステータスメモリ150に状態データPM3を供給する。また、最初の処理段となるレジスタには、クロックに同期して、常に'11'が入力される。かかる動作は、図6に示すように、S10に遷移し得る1クロック前の状態がS11であることに対応するものである。

【0081】ところで、ビタビ復号方法においては、各ステータスメモリが生成する状態データ値VM00, VM11, VM01およびVM10は、ステータスメモリ



のメモリ長 $n$ を充分大きくとれば互いに一致する。このような場合には、4個のステータスメモリが生成する状態データ値の内の何れを $sm[k+n]$ として後段に出力しても良い。メモリ長 $n$ は、再生信号の $C/N$ および周波数特性等を考慮して決められる。

【0082】このようなSMU134で得られた状態データ $sm[k+n]$ はマージブロック135に供給される。マージブロック135は、ROM等の手段に図11に示す復号マトリクスのテーブルを記憶している。そして、かかる復号マトリクスを参照して、状態データに基づき復号データを生成し、コントローラ2に供給する。図6の状態遷移図から、復号データ値は、連続する2個の状態データ値に対応していることがわかる。すなわち、再生信号値 $z[k]$ に対応して生成される状態データ値 $sm[k+n]$ と、その1クロック前に、再生信号値 $z[k-1]$ に対応して生成される状態データ値 $sm[k+n-1]$ に基づいて、時点 $k+n$ における復号データ値を決めることができる。

【0083】例えば、 $sm[k+n]$ が'01'で、 $sm[k+n-1]$ が'00'である場合には、図6から、復号データ値として'1'が対応することがわかる。このような対応をまとめたものが図11の復号マトリクスのテーブルである。

【0084】次にRAA136による振幅基準値の更新について説明する。前述したように6つの振幅基準値 $c000 \sim c111$ の値は様々な要因により変動する。しかもその変動の度合いは一定ではないので、予め振幅基準値をシフトすることはできない。そこで、振幅基準値を適応化制御してやれば、RF信号の歪みや変動、クロ

$$c011(\text{新}) = \delta \cdot z[k] + (1 - \delta) \cdot c011(\text{旧}) \cdots (23)$$

【0088】また一般には、 $sm[k+n] = pq$ 、および $sm[k+n-1] = qr$ である場合に、振幅基準

$$cpqr(\text{新}) = \delta \cdot z[k] + (1 - \delta) \cdot cpqr(\text{旧}) \cdots (24)$$

【0089】これらの式において、 $\delta$ は修正係数である。 $\delta$ の値を設定するに際しては、再生信号の振幅およびその変動、アシンメトリー等の歪み、波形等化器の動作における誤差等の記録系および再生系の比較的継続的な特性、並びに記録媒体上の欠陥等に起因するイレギュラーな特性を考慮する必要がある。すなわち、 $\delta$ の値が大きい程、式(23)または(24)に従ってなされる更新によって、振幅基準値が再生信号の振幅変動、アシンメトリーおよび波形等化器の動作における誤差等をより強く反映するものとなる。反面、振幅基準値が記録媒体上の欠陥等に起因するディフェクト等のイレギュラーな信号によっても影響され易い。一方、 $\delta$ の値を小さくすると、振幅基準値がディフェクト等のイレギュラーな信号に影響されにくくなるが、反面、振幅基準値の再生信号に対する追従が緩やかなものとなるため、式(23)または(24)に従ってなされる更新による振幅基準値の適応化の効果が減少する。

\*ックの位相誤差等に対して振幅基準値を追従させることができ、これによりブランチメトリックの計算値の精度を向上させることができる。

【0085】上述したように、SMU134によって生成される状態データおよびシフトレジスタ131によって遅延させられた再生信号値 $z[k]$ に基づいて、RAA136が振幅基準値を更新するための計算をクロック毎に行う。この計算は次に行われる。

【0086】再生信号値 $z[k]$ に対応して生成される状態データ値 $sm[k+n]$ と、その1クロック前に生成された状態データ値 $sm[k+n-1]$ とから、図6に従って、これら2個の状態データ値間に生じた状態遷移およびかかる状態遷移に対応する振幅基準値を特定することができる。このようにして特定された振幅基準値について、既存の値と、再生信号値 $z[k]$ とから、新たな振幅基準値が計算される。なお、光磁気ディスクのようにエンボスピットエリアと光磁気エリアが混在するディスクの場合は、振幅基準値の計算は、各エリアについて別個に行われる。従ってその場合は、6値4状態ビタビ復号方法については、 $6 \cdot 2 = 12$ 個の振幅基準値が適応化されることになる。

【0087】振幅基準値の計算について、 $sm[k+n] = '01'$ 、および $sm[k+n-1] = '11'$ である場合を例として具体的に説明する。これは図6における状態遷移 $S01 \rightarrow S11$ が生じる場合である。また、かかる状態遷移に対応する振幅基準値が $c011$ であることが図6に示されている。従って、RAA136は、振幅基準値を更新する計算を以下に行う。

※値の新たな値が以下のように計算される。

【0090】上記式(23)、式(24)に従ってRAA136で新たな振幅基準値が算出され、BMC132に供給される。そしてこれまでの説明から理解されるように、例えば6値4状態のビタビ復号の場合、適応化される振幅基準値は、 $c000$ 、 $c001$ 、 $c011$ 、 $c100$ 、 $c110$ 、 $c111$ となる。そしてこのような振幅基準値が、記録状況やデフォーカスなどの様々な要因に応じて適応的に変動させられることで、各種要因による影響を吸収することができる。

【0091】図12に状態 $sm[k+n-1]$ 、 $sm[k+n]$ に対して、どの振幅基準値が更新されるかをまとめた一覧を示す。例えば状態データ $sm[k+n-1]$ が'00'、状態データ $sm[k+n]$ が'00'の場合、即ち状態 $S00$ から $S00$ に遷移した際には、振幅基準値 $c000$ が更新される。また、状態 $S00$ から $S01$ に遷移した際には、振幅基準値 $c001$ が更新される。その他も、この図12に示すとおり、状態遷移



に応じて特定の振幅基準値が更新されることになる。

## 【0092】2. 実施の形態のディスクドライブ装置 2-1 ディスクドライブ装置の構成

以上説明してきたビタビ復号方式を採用した例として、本発明の実施の形態となるディスクドライブ装置について説明していく。この例は、MOディスクに対応するディスクドライブ装置として説明する。

【0093】図13は本例のディスクドライブ装置の構成を示すものである。なお、図1で説明した構成と同一機能部分には同一符号を付し、それらについての重複的な詳細説明は省略する。また、このブロック図は主に記録再生信号の処理系を示し、サーボ系その他、省略してある部位もある。

【0094】記録媒体となるディスク6（MOディスク）は、ドライブ装置内においてスピンドルモータ9によって回転駆動された状態で、光ピックアップ7及び磁気ヘッド5の動作によって情報の記録／再生／消去が行われる。記録／再生／消去時の光ピックアップ7及び磁気ヘッド5の位置制御（シーク、トラッキングサーボ、スレッドサーボ）や、光ピックアップ7からのレーザ光のフォーカスサーボ、さらにはスピンドルモータ9の回転サーボは、図示しないサーボ系によって行われることになる。

【0095】ドライブコントローラ（以下、コントローラという）2は、このドライブ装置のマスターコントローラとして各種の動作制御を行うとともに、ホストコンピュータ1との通信を行う部位とされる。即ちコントローラ2はホストコンピュータ1からの記録指示に応じて、供給されたデータをディスク6に記録する動作を制御するとともに、同じくホストコンピュータ1からの指示に応じて要求されたデータをディスク6から読み出してホストコンピュータ1に転送する動作の制御を行う。またコントローラ2はデータのエンコード、デコードを行う機能も有している。

【0096】CPU3は、コントローラ2の指示に基づいて記録再生動作のために各部の制御を行う部位とされる。例えば再生系のRFブロック20に対する各種の制御や、サーボプロセッサとして機能するDSP17に対する指示等を行う。

【0097】記録時には、コントローラ2がホストコンピュータ1からの指令に従って、記録すべきユーザデータを受取り、情報語としてのユーザデータに基づいてエンコードを行って、例えば符号語としてのRLL（1，7）符号を生成する。この符号語が記録データWDATAとしてLPC4に供給される。またコントローラ2はWGATE信号としてLPC4に記録モードとしての発光動作及びそのタイミングを指示する。さらに記録処理動作の基準となる記録クロックWCLKを生成し、LPC4に供給する。

【0098】LPC4及びAPC10は、図1で説明し

たように記録データWDATA、WGATE信号に応じて、光ピックアップ7からのレーザ出力を実行させ、ディスク6へのデータ記録を実行させる。なお、再生時、記録時のそれぞれにおけるレーザ出力レベル、即ちLPC4が出力するレーザのドライブパルス値は、DSP17（CPU3）の指示に応じて設定される。また従って、コントローラ2はCPU3に指示することで、記録レーザパワー、再生レーザパワーを変化させることができる。

【0099】再生時（通常の再生時、及び記録直後にデータを読み出して適正記録の確認（ベリファイ）を行うライトアンドベリファイ時のベリファイ動作のためのデータ読出時）においては、コントローラ2及びCPU3の制御によって次のような動作が行われる。

【0100】コントローラ2はRGATE信号、PGATE信号をLPC4及びRFブロック20に供給して、再生動作制御を行う。即ちコントローラ2はRGATE信号により、LPC4に再生レベルとしてのレーザパワーによる連続発光を指示するとともに、RFブロック20に対しての再生処理の指示を行う。またPGATE信号により、ディスク6上のエリア（セクター内のエンボスピットエリアと光磁気エリア）に応じた切換処理を実行させる。

【0101】再生時において、まずLPC4はRGATE信号に応じてレーザドライブパルスを発生させ、光ピックアップ7から再生動作のためのレーザ出力を実行させる。光ピックアップ7は、光磁気ディスク6にレーザ光を照射し、それによって生じる反射光を受光する。さらにその反射光量に応じた信号の演算処理により各種信号を生成する。即ち、再生RF信号および図示しないフォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号などである。

【0102】再生RF信号は、RFブロック20において、可変ゲインアンプ8によってゲイン調整等がなされた後にフィルタ部11に供給される。可変ゲインアンプ8におけるゲインセッティングはCPU3からの制御信号によって行われる。例えばディスクの種別や特性によって変動するRF信号レベルに応じて、再生信号処理に最適なRF信号が得られるようにゲインセッティングが変更される。（図中、矢印CはCPU3との制御信号の送受信系を示している。これはCPU3によるパラメータ設定に関するものであり、これらについては後述する。）

【0103】なお、光ピックアップ7から可変ゲインアンプ8に供給される再生RF信号としては、いわゆる和信号、差信号の2種類があり、PGATE信号に応じて、セクター内のエリアによって切換処理される。つまりエンボスピットが形成される部分の再生データは和信号について、また光磁氣的にピット列が記録される部分の再生データは差信号について処理される。また反射光

情報としては、再生データに相当する再生RF信号以外に、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号などもあり、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号は図示していないが、DSP17に供給され、DSP17によるサーボ系の制御に用いられる。

【0104】フィルタ部11は、RF有効帯域のブースト回路、ノイズカットを行うローパスフィルタおよび波形等化を行う波形等化器などから構成される。そして入力された信号は、ビタビ復号器13が行うビタビ復号方法に適合するパーシャルレスポンス特性が得られるようにイコライジングされるものとなる。フィルタ部11の出力は、オフセットキャンセル部19でオフセット成分がキャンセルされた後、A/D変換器12に供給される。なおオフセットキャンセル動作については後述する。

【0105】また、フィルタ部11の出力は、PLL部14にも供給される。PLL部14は、供給された信号に基づいて、リードクロックDCKを生成する。このPLL部14は、例えば光磁気ディスク6中に記録される一定周波数の信号を利用して位相エラーを検出する構成とされている。リードクロックDCKは、コントローラ2、A/D変換器12、ビタビ復号器13、及びオフセットキャンセルのための回路部（後述するMTG15、OCU16、D/A変換器18）等に供給される。コントローラ2、A/D変換器12、ビタビ復号器13、オフセットキャンセル系の動作は、リードクロックDCKに従うタイミングでなされる。

【0106】A/D変換器12は、PLL部14からの再生クロックDCKに従ってオフセットキャンセル部19の出力に対してA/D変換を行い、再生信号値 $z[k]$ を出力する。

【0107】ビタビ復号器13は、再生クロックDCKに従って再生信号値 $z[k]$ に基づいて、ビタビ復号方法によって復号データDDを生成する。ビタビ復号器13における各ブロック、即ちBMC132、ACS133、SMU134、マージブロック135、シフトレジスタ131、RAA136によるビタビ復号動作は前述したとおりであるため説明を省略する。

【0108】但しRAA136に対しては、更新のために算出される振幅基準値 $c000 \sim c111$ をCPU3が参照して、後述するようにアシンメトリの計算に用いることができるようにされている。

【0109】ビタビ復号器13で復号された復号データDDは、コントローラ2に供給される。そしてコントローラ2は、復号データDDに、チャンネル符号化等の符号化に対応する復号化処理を施すことにより、ユーザデータ等を再生する。例えば(1-7)RLL方式のデコード処理、ECCデコード処理（エラー訂正処理）などを行なう。そしてデコードされたデータ（ユーザデータ等）を、再生データとしてホストコンピュータ1に転

送する。また詳しくは後述するが、再生時には、或るセクターがデコードNGとして再生データが得られなかった場合には、コントローラ2はそのセクターへの再生リトライを実行させるように制御する。

【0110】なお、この例のビタビ復号を行う再生系では、フィルタ部11でパーシャルレスポンス特性とした後にA/D変換を行い、再生信号値 $z[k]$ をビタビ復号器13に供給するようにしているが、再生RF信号についてA/D変換を行った後にトランスバースフィルタなどによりパーシャルレスポンス特性を得るようにしてもよい。その様な構成の場合でも、後述する本例の動作は同様に適用できるものである。

【0111】またこのドライブ装置では、再生RF信号のオフセットをキャンセルするために、MTG（MSB Timing Generator）15、OCU（Offset Calculation Unit）16、D/A変換器18、オフセットキャンセル部19が設けられる。さらに、ビタビ復号器13のシフトレジスタ131の出力、及びSMU134からの状態データも、OCU16でのオフセットエラー検出に用いることができるように構成されている。

【0112】MTG15にはA/D変換器12の出力 $z[k]$ が供給され、MTG15はこれに基づいて後述するMSB判定モードのためのタイミング $tA \sim tD$ を生成する。OCU16は、再生RF信号にのったオフセット量に応じたオフセットエラー信号OEを算出するブロックである。このOCU16ではシフトレジスタ131から供給されるデータ（A/D変換値）の演算により、オフセットエラー信号OEを算出する。また、その算出に用いる値の取り込みタイミングとして、後述するMSB判定モードとビタビ判定モードが切替可能となっている。MSB判定モードの場合は、MTG15からのタイミング $tA \sim tD$ に応じて演算を行う。一方、ビタビ判定モードの場合は、SMU134からの状態データに応じて生成したタイミング $tA \sim tD$ に応じて演算を行う。ビタビ判定モードとMSB判定モードのどちらを実行するかは、コントローラ2からのモードセレクト信号MSにより指示される。なお、モードによって、データ $z[k]$ のシフトレジスタ131での遅延量を変化させる必要があるため、モードセレクト信号MSはシフトレジスタ131にも供給され、これに応じてシフトレジスタ131は、OCU16に供給するデータの遅延量を変化させる。

【0113】OCU16で算出されたオフセットエラー信号OEは、D/A変換器18でアナログ信号とされた後、オフセットキャンセル部19に供給される。オフセットキャンセル部19は、減算回路とされ、フィルタ部11からの再生RF信号からオフセットエラー信号（つまりオフセット分のDC値）を減算することで、オフセットのない再生RF信号を出力する。このようにオフセットキャンセルのためのフィードバックループが構成さ

れている。

【0114】このようなRFブロック20内の所要各部に対しては、CPU3は再生処理に関する各種パラメータを可変設定することができる。例えば可変ゲインアンプ8のゲイン、フィルタ部11におけるカットオフ周波数、ブースト帯域、ブーストレベル、PLL部14におけるループゲイン或いは帯域、RAA136によってBMC132にセットされる振幅基準値及び振幅基準値の適応化ゲイン、OCU16によるオフセットフィードバックのループゲインなどであり、これらの可変設定制御が矢印Cの経路で行われる。さらにRFブロック20での再生処理に影響を与えるパラメータとしては、コントローラ2によるRGATE信号の立ち上がりタイミングや、モードセレクト信号MSによって選択されるオフセットモードがある。これらRFブロック20におけるリード能力に影響を与えるパラメータ内容及び変更処理については後述する。

【0115】2-2 記録レーザパワーとアシンメトリの関係

ここで、リード能力に関するパラメータの1つとしてあげられる振幅基準値に関することになるとともに、再生NGの原因の1つである記録レーザパワー、及び記録レーザパワーとアシンメトリの関係について述べる。

【0116】通常の光ディスクシステムでは、記録レーザパワーはそのときのメディアや、ドライブ装置の状態や温度に応じて最適なパワーに設定されている。またその最適な記録レーザパワーを求めるために記録時にキャリブレーションが行われる。しかし実際上は、必ずしも常に最適な記録レーザパワーで記録が行われるわけではない。例えばキャリブレーションとしては、メディア上のある領域で試し書きを行ってそれを再生し、適正に記録が実行できたか否かで最適な記録レーザパワーを探すことになるが、そのキャリブレーションを行った領域と、その後実際にデータ記録を行う領域が、記録感度特性が異なるような場合、キャリブレーションで求められた記録レーザパワーは適切なパワーとはならない。もちろん何らかの原因でキャリブレーションが正しく行われなかったという場合や、キャリブレーションで求められた記録レーザパワーの設定が正しく行われなかった場合もあり得る。

【0117】また記録時には、記録を行った直後にそのセクターの再生を行い、正しくデータが記録できたか否かをチェックする動作、いわゆるライトアンドベリファイと呼ばれる動作が行われることがある。この場合、そのベリファイ時点で記録レーザパワーが不適切で良好に記録ができなかったことが検出できれば、ライトリトライ処理として、適切な記録レーザパワーで記録動作をやり直すことも可能となる。ところが、ライトアンドベリファイ動作は、必ずしも全てのデータセクターに対して

$$\gamma_{asy} = (2T \text{エンベロープの中心電圧} - 8T \text{エンベロープの中心電圧}) /$$

\*実行されるものではない場合もあり、さらにはライトアンドベリファイを実行しないような使用法も多く存在する。

【0118】これらのことから再生時においては、再生しようとするデータが、全て適切な記録レーザパワーで記録されたものであると考えることはできない。そして光磁気ディスクやWORMディスクなど、光変調方式でディスク6にデータを記録する場合は、ディスク上に記録されるマーク（ピット）の大きさは記録レーザパワーの値に大きく依存し、またこれは再生RF信号の波形にも大きく影響する。従って再生時には、記録レーザパワーが不適切であったことに起因して再生エラーとなることも発生する。

【0119】記録レーザパワーの大きさが再生RF信号にどのように影響を与えるかをインパルス応答を例にとって説明する。図14に、記録レーザパワーの大きさと再生RF信号のインパルス応答の関係を示す。なお、これはPR(1, 2, 1)のパーシャルレスポンス応答の場合の例である。記録レーザパワーが最適値にある場合は、インパルス応答は図14の曲線(b)として示すようになる。このときA/D変換のサンプリング時点としてのk-1、k、k+1の3つの時点の振幅比は1:2:1となる。

【0120】ところが記録レーザパワーが高くなると、ディスク上の記録マークは大きくなるため、そのインパルス応答は曲線(a)のようになり、即ちパルス幅が大きくなる。そのためサンプリング時点k-1、k+1での振幅は、ピーク値の半分より大きくなる。一方、記録レーザパワーが低くなると、ディスク上の記録マークは小さくなるため、そのインパルス応答は曲線(c)のようになり、即ちパルス幅が細くなる。そのためサンプリング時点k-1、k+1での振幅は、ピーク値の半分より小さくなる。

【0121】実際の再生RF信号に対するアイパターンは、任意の時点kに対するインパルス応答の重ね合わせで表すことができる。記録レーザパワーの差によるアイパターンのアイの開き具合を図15に示す。図15

(b)は記録レーザパワーが最適な状態のアイパターンを示しており、アイは上下対称の状態にある。一方、記録レーザパワーが大きい場合、及び小さい場合は、それぞれ図15(a)(c)に示されるように、アイが上側もしくは下側にシフトした状態となる。この図15

(a)(b)のように記録レーザパワーが最適でないことによりアイが非対称に開いている状態をアシンメトリと呼ぶ。つまりアシンメトリとは、記録レーザパワーの過不足によって再生RF信号波形に生じる非対称な歪みである。

【0122】アシンメトリを定量的に表すために、アシンメトリ値を $\gamma_{asy}$ とし、次のように定義する。



【0123】図16 (a) (b) に2 Tパターンの信号波形と8 Tパターンの信号波形を示す。2 Tパターンに対する再生RF信号について波形等化处理すると、図16 (a) に示すように、振幅基準値c001、c011、c110、c100を周期的に繰り返す波形となる。また8 Tパターンに対する再生RF信号について波形等化处理すると、図示するように、振幅基準値c000、c000、c000、c000、c000、c000、c001、c011、c111、c111、c111、c111、c111、c111、c110、c100、c001を周期的に繰り返す波形となる。

【0124】このような2 Tパターン及び8 Tパターンの波形を合わせて示したものが図17であるが、この図17では上記アシンメトリ値 $\gamma_{asy}$ を視覚的に表している。この図17と上記式25により、図15の各アイパターンとして示した場合について、アシンメトリ値 $\gamma_{asy}$ は次のようになることがわかる。

記録レーザーパワーが過大な場合 . . .  $\gamma_{asy} > 0$

記録レーザーパワーが最適な場合 . . .  $\gamma_{asy} = 0$  20

記録レーザーパワーが過小な場合 . . .  $\gamma_{asy} < 0$  \*

$$\gamma_{asy} = ((c001+c011+c110+c100)/4 - (c000+c111)/2) / (c111-c000)$$

となる。

【0127】上述したように振幅基準値c000～c111は、それぞれビタビ復号器13内のRAA136で適応化され、BMC132において更新されていくことになる。このように振幅基準値が適応化されるとすると、再生RF信号にアシンメトリがある場合には、各振幅基準値はそれに追従することになる。従って、図13 30のCPU3 (又はコントローラ2) は、RAA136で算出される振幅基準値を用いて、上記式(26)の計算を行うことで、そのときの再生RF信号についての記録レーザーパワーの値を知ることができる。

【0128】次に、アシンメトリ値 $\gamma_{asy}$ がどのような範囲内にあれば、記録レーザーパワーが適切であるかを考える。図18 (a) は、記録レーザーパワー (Write Power) に対するバイトエラーレート (BER) の特性を示している。ここで、①は再生信号処理系としてビタビ復号法を採用した場合の特性、②はビットバイビット法 40を採用した場合の特性である。

【0129】この図からわかるように、記録レーザーパワーが低い (LP1以下) A領域では、ビタビ復号法の場合もビットバイビット法の場合も、エラーレートは高くなる。つまり記録レーザーパワーがLP1以下である場合は、パワーが過小であるといえる。また記録レーザーパワーが高い (LP3以上) D領域でも、ビタビ復号法、ビ

$$\gamma_{asy2} < \gamma_{asy} < \gamma_{asy3}$$

となっていればよいものとなる。つまり、例えば再生時において、上記式(26)で算出されるアシンメトリ値 50

\*【0125】このようにアシンメトリ値 $\gamma_{asy}$ から記録レーザーパワーがどの程度の値とされているかを推定することができる。従って、アシンメトリ値 $\gamma_{asy}$ がある範囲内に入るように記録レーザーパワーを設定すれば、それは適正な記録レーザーパワーになることになる。

【0126】ところで上記式(25)によれば、再生RF信号のアシンメトリ値 $\gamma_{asy}$ を計算するには、「2 Tエンベロープの中心電圧」、「8 Tエンベロープの中心電圧」、「8 Tエンベロープのピークトゥピーク電圧」をそれぞれ検出することが必要になる。ここで図16、図17からわかるように、これら各値は、ビタビ復号器13における振幅基準値から算出できる。即ち、「2 Tエンベロープの中心電圧」は、振幅基準値c001、c011、c110、c100の平均値として求めることができる。また「8 Tエンベロープの中心電圧」は、振幅基準値c000、c111の平均値として求めることができる。さらに「8 Tエンベロープのピークトゥピーク電圧」は、振幅基準値c000とc111の差として求めることができる。従って、上記式(25)に振幅基準値を当てはめると、

$$\gamma_{asy} = ((c001+c011+c110+c100)/4 - (c000+c111)/2) / (c111-c000)$$

※ビットバイビット法のいずれの場合も、エラーレートは高くなる。つまり記録レーザーパワーがLP3以上である場合は、パワーが過大であるといえる。記録レーザーパワーがLP2～LP3の範囲となるC領域では、いずれの復号方式でもエラーレートは低い。つまりLP2～LP3の範囲は好適な記録レーザーパワーといえる。記録レーザーパワーがLP1～LP2の範囲となるB領域では、ビタビ復号方式の場合はエラーレートは低い。つまりビタビ復号方式のドライブ装置にとっては、LP1～LP3の範囲は好適な記録レーザーパワーといえる。ところがこのB領域では、ビットバイビット法の場合はエラーレートが高くなる。つまりビットバイビット復号方式のドライブ装置にとっては、LP1～LP2の範囲は適切な記録レーザーパワーとはいえない。以上のことから、ビタビ復号方式、ビットバイビット復号方式のいずれの場合であっても記録レーザーパワーがLP2～LP3の範囲であればOKであることになる。

【0130】図18 (b) には、図18 (a) に対応させて再生RF信号のアシンメトリ値を示している。このようにアシンメトリ値は記録レーザーパワーに比例したものとなる。そして最適な記録レーザーパワーの範囲がLP2～LP3であるとする、アシンメトリ値 $\gamma_{asy}$ としては、

$$\gamma_{asy2} < \gamma_{asy} < \gamma_{asy3}$$

$\gamma_{asy}$ が、上記式(27)の範囲内にあれば、その再生すべきデータについては、記録時の記録レーザーパワー



は適切な値であったと判断してよい。

【0131】なお図13に示したような本例のドライブ装置の場合は、ビタビ復号法を採用しているとともに、振幅基準値は適応化制御されるものであるため、非常に再生能力は高いものとなっている。従って、アシンメトリ値  $\gamma_{asy}$  が、 $\gamma_{asy2} < \gamma_{asy} < \gamma_{asy3}$  の範囲になくても、実際には再生OKとなることは多い。その様な場合は問題ないが、記録レーザパワーが適切な範囲から大きくずれていたような場合は、本例のドライブ装置をもってしても或るセクターの再生時にリードN<sup>10</sup> Gとなることがある。その場合、そのセクターの再生リトライに移ることになるが、その際にアシンメトリ値から推定される記録レーザパワーの状況に応じて（つまりそのデータについてのRF信号に応じて）、振幅基準値を更新することで、再生可能とできる場合がある。

【0132】言い換えれば、例えばあるセクターについて再生NGとなってリトライを行う場合には、振幅基準値を変更することは、そのセクターの再生成功に導く有効な手法の1つとなる。従って後述するように、本例では、リトライ時のパラメータ設定状態の変更の1つとし<sup>20</sup> て、振幅基準値の変更も含めるようにしている。

【0133】2-2 オフセットエラー検出方式  
次に、これも変更できるパラメータの1つとしての、オフセットフィードバックループにかかるパラメータ（オフセットモード又はフィードバックループゲイン）について述べる。

【0134】上述のように本例では、OCU16でオフセットエラー信号OEを算出し、それをフィードバックすることでオフセットキャンセルを行う構成となるが、まず、この算出方式及び本例で採用している2種類のモ<sup>30</sup>ード（ビタビ判定モード、MSB判定モード）について説明する。

【0135】或るセクターに対するデータ再生動作を行った際に再生NGとなる原因の1つとして、ディスクから読み出した再生RF信号のオフセットがある。光ディスクの再生回路では、光学的な特性（MTF）のために、DC成分を持つ。このようなDC成分がある場合、再生RF信号は平均的にその分のオフセットを有することになる。しかも、再生RF信号のデータパターンによってDCオフセット値は上下するので、記録データとし<sup>40</sup>てマーク（ピット）部分が短くスペース部分が長いデータパターンと、反対にマーク部分が長くスペース部分が短いパターンが繰り返された場合などでは、DCオフセット値は大きく変動することになる。又、ディスクの基板製造時に力学的な歪みが生じたことによって光学的な複屈折が起こり、再生RF信号のDCレベルが変動することもある。

【0136】これらのことにより再生RF信号におけるオフセット値が上下することで、復号データのエラーレ<sup>50</sup>ートが劣化する場合がある。本例のように、ビタビ復号

器13を用いて再生RF信号の2値化（復号）を行う場合、図13で示したように、フィルタ部11（アナログフィルタ）によってパーシャルレスポンス特性に波形制御した後、A/D変換してデジタル的にビタビ復号処理を行う。あるいは、上述したようにA/D変換後にトランスバーサルフィルタなどのデジタルフィルタを用いてパーシャルレスポンス特性とした後、ビタビ復号処理を行う場合もある。いずれの場合も、DCオフセットの変動がある場合には、DCオフセット変動を含めた再生信号がトータルとしてA/D変換器12のダイナミックレンジに収まるようにする必要がある。DCオフセット変動が大きいと、実際の再生RF信号のピークトゥピークはA/D変換器12のダイナミックレンジに対して小さくなるので、再生波形に対するA/D変換器12の分解能は小さくなる。これは、ビタビ復号器13の復号精度を低下させる。

【0137】従って、ビタビ復号器13を用いて再生RF信号の2値化を行う場合、上記のようなフィードバックループによりDCオフセット変動をキャンセルすることが必要となる。

【0138】今、A/D変換された値（上記  $z[k]$  ; 以下、AD値ともいう）を2の補数表現で表し、オフセットがゼロで無信号時のAD値をゼロとすると、再生RF信号のオフセット値は、サンプリング値の総平均で表される。しかし、オフセット値は、サンプリング値の総平均で表さなくても、立ち上がり、立ち下りのタイミングから得られるタイミングでのサンプル値の平均として得ることができる。即ち、

A：立ち上がりのクロックでのAD値

B：立ち上がりの次のクロックでのAD値

C：立ち下りのクロックでのAD値

D：立ち下りの次のクロックでのAD値

とすると、オフセット値は、これら4つのサンプリング値の総和で与えられる。なお、図6に示したように、波形の立ち下りとは、状態S11から状態S10の遷移のタイミングとなる。また波形の立ち上がりとは、状態S00から状態S01の遷移のタイミングとなる。

【0139】PR(1, 2, 1)の場合、前述の4つのAD値(A, B, C, D)は6値4状態の6値のうちピークトゥピークを除く4値であるので、この4値の平均を見ればオフセット値はわかる。つまり、(Aのサンプリング値+Bのサンプリング値+Cのサンプリング値+Dのサンプリング値)を計算することによりオフセット値（即ちオフセットエラー信号OEの値）は得られる（このときオフセット値は、厳密に言えば上記計算値の4分の1となる）。

【0140】図20にオフセット計算のタイミング  $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$  検出の様子を示す。なお、タイミング  $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$  とは、それぞれ上記各AD値(A, B, C, D)を得るためのタイミングとなる。

【0141】前述のように、ビタビ復号器のSMU134の出力値(状態データ)から、立ち上がりのタイミング(S00→S01)、及び立ち下りのタイミング(S11→S10)を得ることができる。従って、これを利用してオフセット信号検出タイミング $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$ は求められる。図20(a)は再生RF信号波形とそのサンプリング点(AD値)を示し、また図20(b)に各AD値における状態遷移(状態データ)を示している。そして、図20(d)~(g)は、状態データに基づいて生成できるタイミング信号 $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$ が示される。つまり、状態データに基づいて、タイミング信号 $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$ が生成されることで、オフセットエラー信号OEの算出のための4つのAD値A, B, C, D(図20(a)に示す)を取り込むことができる。

【0142】なお、AD値A, B, C, Dは、シフトレジスタ131から供給されるものであり、OCU16は、タイミング信号 $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$ に基づいてシフトレジスタ131の出力をラッチしていくことで、各AD値A, B, C, Dを取り込むことになる(OCU16の構成は図19;後述)。しかし、SMU134における $n-1$ 段目の状態から $n$ 段目の状態への遷移によってタイミング信号 $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$ を得るとすると、オフセット信号の検出は実際にデータがリードされてから、SMU134の前まで回路部での遅延に加えてSMU134の段数だけ遅延する。通常、ビタビ復号器13のSMU134はマージするために十分に長い段数となっているために、これをそのままオフセット信号に用いるとなると、再生RF信号に対して遅延が大きく、うまくオフセットキャンセルができない。そこで、SMU134の途中段から、その段階での最尤の状態を検出し、その状態の遷移からタイミング信号を求める。ビタビ復号器13ではメトリックの段数が多くなるほど、最尤パスの確度はあがる。従って、 $k-1$ 段目の状態から $k$ 段目の状態への遷移を選ぶ場合、メトリックの最も小さいものに対応する状態を選べば、メトリックがマージしていなくても正しい状態が選択される可能性は非常に高い。このため、状態データに基づいて、タイミング信号 $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$ を得ることは問題ないが、そのようにしてに生成されるタイミング信号とAD値を合致させるために、必要な遅延量がシフトレジスタ131で与えられることになる。

【0143】以上のように、ビタビ復号の状態遷移の様子を利用してオフセットエラー信号OEを得る方法をビタビ判定モードと呼ぶ。

【0144】これに対し、MSB判定モードと呼ばれる方法でオフセットエラー信号を得ることも可能である。これは、再生RF信号のAD値のMSB(符号ビット)が反転するタイミングを検出し、その前後のタイミングとしてタイミング信号 $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$ を得、そ

のタイミングでのAD値(A, B, C, D)を利用してオフセットエラー信号OEを得るモードである。図20(c)には、MSBの反転の様子を示しているが、この反転タイミングから、図20(d)~(g)のタイミング信号 $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$ が生成されることになる。即ち上記、MTG15は、A/D変換器12の出力のMSB反転タイミングを監視しており、そのMSB反転タイミングから、図20(d)~(g)のタイミング信号 $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$ を生成してOCU16に供給する。なお、もちろんOCU16においてタイミング信号 $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$ とAD値のタイミングが合致するように、シフトレジスタ131ではMTG15での処理の遅延に合わせた遅延量で、AD値をOCU16に供給することになる。

【0145】このようにビタビ判定モード、及びMSB判定モードによってオフセットエラー信号OEを算出するOCU16の構成例を図19に示す。図示するようにOCU16には、モード切換部161、ラッチ回路162~165、加算器166、アンプ167が設けられる。シフトレジスタ131の出力(AD値)は、ラッチ回路162~165のそれぞれに供給される。またMTG15からのタイミング信号 $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$ 、及びSMU134からの状態データはモード切換部161に供給される。またモード切換部161にはコントローラ2からのモードセレクト信号MSも供給される。

【0146】まず、モードセレクト信号MSによってMSB判定モードが指示されている場合は、モード切換部161は、MTG15からのタイミング信号 $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$ をそのまま各ラッチ回路162~165に対するラッチタイミングとして出力する。したがって、ラッチ回路162は、図20(d)のようなタイミング信号 $t_A$ に応じたタイミングでAD値をラッチ出力することになる。即ちAD値「A」がラッチ出力される。同様に、ラッチ回路163, 164, 165は、それぞれタイミング信号 $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$ によりAD値をラッチ出力することで、各ラッチ回路163, 164, 165からは、それぞれAD値「B」「C」「D」が出力される。これらラッチ出力「A」「B」「C」「D」は、加算器166において加算されることで、その加算出力はオフセット値に相当するオフセットエラー信号OEとなる。このオフセットエラー信号は、アンプ167でループゲインを与えられた後、図13のD/A変換器18でアナログ信号とされ、オフセットキャンセル部19に供給される。なお、アンプ167はアナログアンプとして、D/A変換器18の後段に配してもよい。

【0147】一方、モードセレクト信号MSによってビタビ判定モードが指示されている場合は、モード切換部161は、SMU134からの状態データに基づいて、タイミング信号 $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$ を生成することになる。つまり状態遷移に基づいて波形の立ち上がり、

立ち下がりタイミングを得、タイミング信号  $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$  を生成し、それを各ラッチ回路162～165に対するラッチタイミングとして出力する。ラッチ回路162～165は、上記MSB判定モードの場合と同様に、タイミング信号  $t_A$ ,  $t_B$ ,  $t_C$ ,  $t_D$  に基づいてAD値「A」「B」「C」「D」をラッチ出力することで、加算器166においてオフセットエラー信号OEが得られる。このオフセットエラー信号は、アンプ167でループゲインを与えられた後、図13のD/A変換器18でアナログ信号とされ、オフセットキャンセル部19に供給される。

【0148】このように本例ではビタビ判定モード、MSB判定モードを選択して、オフセットエラー信号OEを生成することができる。ビタビ判定モード、MSB判定モードはそれぞれ次のような特徴を有することになる。MSB判定モードは、欠点としては、DCオフセットが大きくなりすぎると、オフセットエラー信号OEをうまく生成できなくなることがある。例えば図21には再生RF信号のオフセットが大きくなっていった場合の様子を示しているが、再生RF信号の振幅がAD値での2の補数表現でいうゼロレベルをまたがっている期間TAは、MSBの反転が観測されるため、オフセットエラー信号OEを生成できる。ところが、オフセットがかなり大きくなって再生RF信号の振幅がゼロレベルを常に越えているような期間TBでは、MSBの反転が観測されないため、オフセットエラー信号OEが検出できなくなる。ただし、このMSB判定モードの場合は、通常は、簡易かつ正確にオフセット量を検出できるという利点があり、また、たとえ図21で説明したようにオフセットエラー信号が生成できないようになって、その時点でフィードバックループは安定しないため、その後、オフセットをゼロとする方向に収束することになる。

【0149】これに対してビタビ判定モードの場合は次のようになる。ビタビ判定モードの場合には、オフセットエラー信号OEの検出タイミングはビタビ復号結果から得られるので、図21のように再生RF信号のDCオフセットが大きくなってしまった場合にも、タイミング( $t_A \sim t_D$ )は正しく得られる。つまりその様な場合でもオフセットエラー信号OEを得ることができ、その面で、MSB判定モードよりも性能が高いといえる。ところが、ビタビ復号器13において復号処理の誤判断(状態遷移の誤判断)などが生じると、オフセットがあるにも関わらず、オフセットエラー信号OE=0として、フィードバックループを安定させてしまうことがある。つまりその場合は、オフセットが存在するにも関わらず、オフセットキャンセルがされない状態で安定し、オフセット=ゼロとなる状態に収束しないことになってしまう。当然、その場合は、正確なビタビ復号が阻害されるものとなる。このことについて説明する。

【0150】ディスク上に大きな欠陥があったり、複屈

折がある場合には、DCオフセット値は急激に変化するので、ビタビ判定モード、MSB判定モードいずれの場合も、オフセットフィードバックはこれに追従することはできない。ただし欠陥の場合は、ある一定区間のみオフセット値が乱されるので、オフセットフィードバックはやがて再生RF信号に対する追従を回復する。しかし、複屈折があると、再生RF信号は図22のように変化する。図22は再生RF信号のエンベロープを示しているが、この場合、オフセット値のみが瞬時に変化しているものである。

【0151】このようなDCオフセットの瞬時の変化があった場合でも、通常は、オフセットフィードバックループの時定数で決まる時間後にDCオフセット値はゼロに収束する。しかし、ビタビ判定モードでの実行中においては、ある場合には、ビタビ復号器13が或るデータを本来のデータとは異なるデータであると判断し、データの誤検出が起こるとともに、それに伴ってオフセットエラー信号OEがゼロとなるためオフセットフィードバックループは安定してしまう。

【0152】このような現象を3Tパターンの場合を例に説明する。3Tパターンの再生RF信号は、図23に示すように、6つの振幅基準値を同じところにとどまらずに次々と遷移していくパターンとなる。つまり  $c000 \rightarrow c001 \rightarrow c011 \rightarrow c111 \rightarrow c110 \rightarrow c100 \rightarrow c000$  と遷移していくパターンとなる。

【0153】ここで、複屈折によりオフセットが急激に変化することで、再生RF信号が図24に破線で示すようにシフトしたとする。すると、A/D変換器12において、本来、図中のT、U、V、W、X、Y、Zの位置でサンプリングされるべきデータが、それぞれT'、U'、V'、W'、X'、Y'、Z'の位置でサンプリングされることになる。すると、U'は  $c001$  よりも  $c000$  への方がユークリッド距離が近くなるので、ビタビ復号器はU'は  $c000$  と判定する。即ち、状態は本当は  $S00$  から  $S01$  へ遷移した筈であるが、 $S00$  から  $S00$  への遷移であると判断される。その結果、6値4状態ビタビ復号器の状態遷移の規則(図6参照)より、V'は  $c000$  もしくは  $c001$  しか取りえなくなる。従って、そのメトリック計算よりV'は本来  $c011$  であるのに  $c001$  であると判定される。同様に、W'は本来  $c111$  であるが、 $c011$  と判定される。

【0154】このようにビタビ復号器のメトリック計算が狂うので、実際には図23で示したように  $c000 \rightarrow c001 \rightarrow c011 \rightarrow c111 \rightarrow c110 \rightarrow c100 \rightarrow c000$  と遷移していくデータが、 $c000 \rightarrow c000 \rightarrow c001 \rightarrow c011 \rightarrow c110 \rightarrow c100 \rightarrow c000$  と遷移していくことになってしまう。これは、再生RF信号の様子で言うと、3Tパターンが2T/4Tパターンとなっているようにビタビ復号器13が判断していることを示している。



【0155】即ち、この図24のような場合、ビタビ復号器13は3Tパターンを2T/4Tパターンとみなして安定してしまうため、オフセットフィードバックはオフセットがゼロであるとして安定してしまう。そのため、復号エラーが起きることになる。

【0156】以上のように、MSB判定モード、ビタビ判定モードのそれぞれ長短があるが、本例の場合は、このMSB判定モード、ビタビ判定モードを選択的に使い分けることができるため、状況に応じて好適なモードを選択するようにすれば、オフセットキャンセルを適切に10 実行し、もって復号エラーを防止することができる。例えば本例では、通常はビタビ判定モードによりオフセットフィードバックループを機能させる。しかしながら再生動作時にデコードエラーが発生してリトライを行う場合は、そのリトライ時における可変パラメータの1つとしてモード切り換えが実行されるようにし、その場合はMSB判定モードにおいてリトライを行うようにする。

【0157】また、例えばアンプ166（もしくはD/A変換器18の後段に配されるアンプ）によるループゲインも、パラメータの1つとすることができる。すなわ20 ちループゲインの増減によりオフセットキャンセル動作としての追従性を調節できる。従ってゲインの設定変更により、オフセット状況に適応したキャンセル動作が可能となり、例えばオフセット量変動しているような場合は、ループゲインを高めることで、追従性のよいオフセットキャンセル及びそれによる再生能力の向上を促すことができる。従って、オフセットループゲインも、例えばリトライ時において変更を考慮すべきパラメータの1つとなる。

#### 【0158】2-4 パラメータ設定例

上述のように、RFブロック20内の所要各部に対しては、コントローラ2及びCPU3は、再生処理に関する各種パラメータを可変設定することができる。すなわち本例の場合、可変ゲインアンプ8のゲイン、フィルタ部11におけるカットオフ周波数、ブースト帯域、ブーストレベル、PLL部14におけるループゲイン或いは帯域、RAA136によってBMC132にセットされる振幅基準値及び振幅基準値の適応化ゲイン、OCU16によるオフセットモード及びオフセットフィードバックのループゲイン、RGATE信号の立ち上がりタイミング40 グが、可変パラメータとしてあげられる。これらのパラメータは、それぞれ再生NGとなったときのエラー原因に対応できるものである。例えば上述したように、振幅基準値の設定を変更することは、記録レーザパワーに起因するエラーに対応できるものである。またオフセットモードやゲインに切り換えは、複屈折などの影響によるオフセット変動に対応できるものとなる。さらに、他の各パラメータを変更することは、例えばディフュクトの影響及びその他の各種エラー原因に対応した再生動作を実現できるものである。例えば何らかの原因で再生RF 50

信号レベルが過小又は過大であったときは、可変ゲインアンプ8のゲイン変更が有効である。また何らかの原因で同期エラーが発生して再生NGとなった場合は、RGATE信号タイミングの変更が有効となる。

【0159】従ってセクターにおいて再生NGとなった際には、そのエラー原因に応じて所要のパラメータを変更してリトライを行うことが好適である。しかしながら再生NGとなった時点でエラー原因を特定することは困難であるため、本例ではリトライ毎に、パラメータ設定変更を行うようにしている。説明上、仮に、再生NGの場合のリトライは最高8回まで実行すると設定されているとすると、例えば図25に示すように8回の各リトライ時点毎にパラメータ設定が行われる。

【0160】或るセクターについての本再生時（リトライではない最初の再生時）は、各パラメータは初期値（デフォルト値）とされる。この初期値とは、通常の状態を想定したときに、各パラメータについて最もリード能力が高くなる値として選択された値である。

【0161】ところが本再生時に再生NGとなって1回目のリトライを行うときは、例えば可変ゲインアンプ（VGA）のゲインが初期値から変更される。また、その1回目のリトライによっても再生NGとなって2回目のリトライを行うときは、RGATE信号のタイミングのみが初期値から変更された状態とされる。以下、再生OKとなるまでは最高8回目のリトライまで行われるが、それぞれのリトライ時点で、図示するようにパラメータ設定が変更されていく。もちろんこの図25の例は説明上設定した例にすぎず、実際には多様なパラメータ設定変更が決められる。また、どのリトライ回数に対してどのような設定状態とするかの順序も、一例にすぎず、実際はエラー原因としての発生可能性の高い順序で、それに対応できる設定状態の順序が決められること等が考えられる。

【0162】コントローラ2は、例えばこの図25のような各パラメータ設定状態（設定番号PD、P1～P8）を、予め設定しておき、通常の本再生時にはRFブロック20に設定状態PDによる再生動作を実行させ、またリトライ時には何回目のリトライかによって設定状態P1～P8による再生動作を実行させることになる。以下、そのようなパラメータ設定を含む、本例の再生時の処理について説明していく。

#### 【0163】2-5 再生時の処理例

図27に、再生時のコントローラ2の処理を示す。ホストコンピュータ1からデータ再生指示があった場合、コントローラ2は、その指示された1又は複数のセクターデータのディスク6からの再生のための動作制御を開始する。即ち上述したようにRGATE信号、PGATE信号により各部に指示を出してDSP17によるサーボ制御、レーザ発光動作、RFブロック20での再生処理を実行させるとともに、ビタビ復号器13から供給され



る復号データに対してのデコード処理、及びホストコンピュータ1への転送処理を行うものとなる。なお、再生動作はセクター単位で行われていくことになるが、多くの場合はホストコンピュータ1からの1回の再生指示により複数のセクターが再生される。

【0164】コントローラ2が再生処理を開始する場合は、まずステップF101として、RFブロック20内の各部に対して初期値としての各パラメータをセットさせる。すなわち、モードセレクト信号MSにより例えばオフセットモードをビタビ判定モードにセットさせるほか、CPU3を介して上述した各パラメータ（可変ゲインアンプ8のゲイン、フィルタ部11のカットオフ周波数、ブースト帯域、ブースト量、PLL部14のループゲイン、BMC132における振幅基準値、オフセットループゲイン等）を初期値にセットさせる。これは図25における設定状態PDに相当する。

【0165】そしてステップF102として、DSP17に指示を出し、光ピックアップ7を再生する最初のセクターにアクセスさせる。アクセスが完了したらステップF103でセクターデータの読出動作（本再生）を実行させる。これによりRFブロック20から復号データDDが供給されてくるが、コントローラ2は復号データDDについてデコード処理（1-7デコード/エラー訂正等）を行う。またデコードしたデータはホストコンピュータ1に転送する。なお、この再生動作中には、RAA136の動作により、振幅基準値は逐次適応化されている。

【0166】ステップF104では、データ読出が適切に完了したか否か、つまり同期処理やECC処理にエラーがなく、セクターデータのデコードが適正に完了したか否かを判別する。そしてセクターの再生動作が適正に完了と判別されたら、ステップF104からF105に進み、ホストコンピュータ1から要求された前セクターの再生が完了したか否かを判断し、完了していなければ次の再生すべきセクターの再生に移る。この場合、ステップF107の判断に応じてステップF108の処理が実行されるが、ステップF107では現在のパラメータ設定状態が図25におけるP(x)でない場合は、ステップF108でパラメータ設定を初期値（設定状態PD）とする。意味は後述するが、本例の場合P(x)=P4、つまりステップF107では、そのとき設定状態P4であるか否かを判断する処理としている。セクターの再生について本再生で再生OKとなった場合は、当然ながらリトライ処理には入らずに次のセクターの再生に進む。従って、ステップF108でパラメータは初期値に戻された後、リトライ回数を示すリトライカウンタRCをクリアして、ステップF110で次のセクターにアクセスさせ、ステップF103に戻って次のセクターの再生処理に移る。なお、このようにパラメータが初期値とされた本再生のみで再生OKとなった場合は、パラメ

ータ設定状態PD（初期値）のままであるため、ステップF108での処理は不要としてもよい。ただし、振幅基準値のみは適応化処理により更新されている可能性があるため、ステップF108で振幅基準値が初期値に戻されることになる。もっとも、RAA136の適応化処理によって初期値から更新された振幅基準値は、その時点で最適な値であるとしてステップF108では初期値にもどさずにそのままとしてもよい。

【0167】特に各セクターについてリトライを行うことなく再生OKとなった場合は、ある時点でステップF105で全セクターの再生完了と判断され、ステップF106に進み、パラメータを初期値状態とすること、及びリトライカウンタRCをクリアして、一連の再生処理を正常終了する。

【0168】ところが、あるセクターの再生の際に、何らかの原因で再生NGとなったとすると、処理はステップF104からF111に進み、リトライ回数が上限に達していなければステップF112からのリトライ処理に移る。まずステップF112でリトライカウンタRCをインクリメントし、続いてステップF113で、リトライ回数（リトライカウンタRCの値）に応じたパラメータの設定変更を行う。すなわち1回目のリトライであれば、図25の設定状態P1とされる。つまりこの例の場合は可変ゲインアンプ8のゲインが変更される（他のパラメータは初期値）。そしてステップF114で、本再生が失敗した現セクターの先頭にアクセスさせ、ステップF103に戻って第1回目のリトライとしての再生を実行させる。

【0169】また、もし第1回目のリトライによっても再び再生NGとなった場合は、再度ステップF112、F113、F114以降の処理を経てステップF103に戻り、第2回目のリトライとしての再生を行う。そしてこの場合はステップF113で、パラメータは設定状態P2とされていることになる。つまりRGATE信号のタイミング設定が変更される（他は初期値となる）。

【0170】さらに再生NGとなった場合は、同様に3回目のリトライを行うが、そのときはパラメータは図25の設定状態P3とされる。以降、再生NGである限りは、図25のように設定状態が変更されながらリトライが行われていくが、もし仮にリトライの上限回数が8とされる場合は、ステップF111におけるy=8に設定されていることになり、8回目のリトライを行っても再生NGであった場合は、ステップF111からエラー終了となる。その場合は、コントローラ2はホストコンピュータ1に再生動作がエラー終了されることを報告することになる。

【0171】ところで、再生NGとなる原因は多様に考えられるが、上記のようにパラメータ設定状態が切り換えながらリトライが行われていくことで、あるリトライ時点（つまりそのときのエラー原因に対応できるパラメ

ータ設定状態となった際のリトライ再生時点)において、再生OKとなる可能性は高いものとなる。そのときは、ステップF104で再生OKとなって、次のセクターが存在すれば、ステップF105からF107に進み、上述のように次のセクターの再生のための処理を行うわけであるが、ステップF107でそのときのパラメータ設定状態が判断され、設定状態としての種別(つまりこの例では設定状態P4であるか否か)に応じて、ステップF108の処理の実行が判断される。

【0172】従って例えば或るセクターの再生が2回目<sup>10</sup>のリトライで成功した場合は、設定状態P2であるため、ステップF108で設定状態PDに戻された上で、次のセクターの本再生が開始されることになる。1回目のリトライ、3回目のリトライ、5～8回目のリトライで成功した場合も、それぞれステップF108で設定状態PDに戻された上で、次のセクターの本再生が開始される。

【0173】ところが図25の例において4回目のリトライ、すなわち設定状態P4として振幅基準値の設定変更がされた状態でリトライ成功となった場合は、ステップF108の処理が行われず、その設定状態P4のまま、次のセクターの本再生が開始されることになる。

【0174】この理由は以下のとおりである。設定状態P4としての振幅基準値の設定は、記録時のレーザパワーが不適切である場合に対応できる設定状態であり、一方、設定状態P1～P3及びP5～P8は、ディフェクトや複屈折などの影響に対応できる設定状態とされているためである。従って設定状態P4でリトライ成功となった場合は、記録レーザパワーに問題があったと推定でき、一方他の設定状態でリトライ成功となった場合は、<sup>30</sup>ディフェクト等の原因があったと推定できる。

【0175】ここで、ディフェクトや複屈折などは、そのセクターにとって固有のエラー原因である。従って、通常は次のセクターの再生には影響しない。このため、現セクターがディフェクト等に対応できるパラメータ設定状態で再生OKとなったとしても、次のセクターでは、その設定状態が最適であるとはいえない。すなわち通常は初期値(設定状態PD)が最適であるはずであるため、次のセクターはディフェクトがないと考えて初期値に戻した方が、そのセクターにとって再生能力を高い<sup>40</sup>ものとし、再生成功の可能性を高めることができることになる。

【0176】ところが記録時のレーザパワーが不適切であることが原因として再生NGとなっていた場合は、次のセクターでも同様の原因で再生NGとなる可能性が高いと考えられる。即ち、1回の再生動作は、通常、1回の記録動作で記録された複数のセクターを再生するものとなり、また複数のセクターにかかる一連の記録動作においては、その各セクターは同じ記録レーザパワーで記録されている可能性が高い。従って、あるセクターにお<sup>50</sup>

いて記録レーザパワーが不適切であれば、それに続くセクターも不適切である可能性が高いことになる。

【0177】そこで、この処理例では、設定状態P4でのリトライ時にリトライ成功となったことで、記録レーザパワーが不適切であると推定される場合は、次のセクターの本再生時に、設定状態PDにもどさず設定状態P4のままとすることで、次のセクターの本再生時で再生OKとする可能性を高くするものである。

【0178】なお、一連の再生動作において順次再生していくセクターとは、ディスク上で物理的に連続しているセクターに限られるものではない。つまりディスクメディアにおいては、記録時に、1つの連続したデータを、物理的に離れたセクターに記録していくことができるためであり、例えば次のセクターは、現セクターと物理的に離れたセクターであることもある。

【0179】以上のように本例では、或るセクターにおいて、セクター固有のエラー原因があったと推定される場合は、次のセクターの本再生の開始時には、パラメータを初期値(設定状態PD)に戻すことになる。一方、継続性のあるエラー原因があったと推定される場合は、次のセクターの本再生の開始時には、その継続性のあるエラーに対応できるパラメータ設定状態(図25の場合設定状態P4)とするものである。そしてこのようにパラメータ設定処理を行うことで、各セクターは本再生のみで(つまりリトライを行わずに)再生OKに導く可能性を高くすることができ、これによってドライブ装置の再生動作の迅速化、効率化、高性能化を実現できるものとなる。

【0180】なお、例えば上記例で設定状態P4でリトライ成功となり、次のセクターの本再生時には設定状態P4のままとされる場合、そのセクターのリトライ時の設定状態は、例えば図26のようになる。すなわち、本再生時には設定状態P4とされるが、もしそれで再生NGとなった場合は、1回目のリトライ時に、設定状態PD(すなわち初期値)とされる。さらに2回目、3回目、4回目のリトライ時には、それぞれ設定状態P1、P2、P3となる。5回目のリトライ以降は、図25と同様となる。つまり、通常は4回目のリトライ時に用いられる設定状態が本再生時に用いられることで、通常は本再生時から3回目のリトライ時に用いられる設定状態がずらされたものとなる。

【0181】一般的に示すと次のようになる。例えばk回目のリトライで用いられる設定状態PkがステップF107におけるP(x)に相当するとするとし、あるセクターの本再生時には設定状態Pkとされたとすると、n回目のリトライ( $k \geq n$ )の場合は設定状態P(n-1)とされ、n回目のリトライ( $k < n$ )の場合は設定状態P(n)とされることになる。

【0182】なお本例では、継続性のあるエラー原因として、記録レーザパワーのみを例にあげ、それに対応す

41

るパラメータ設定として振幅基準値を変更させる例を述べたが、もちろん他にも継続性のあるエラー原因は存在する。例えばRFブロック20内の再生系の動作の不具合などによって再生NGとなった場合は、あるリトライ時点で再生OKとなったとしても、次のセクターの再生時に同様の原因で再生NGとなる可能性が高い。このような継続性のあるエラー原因があったか否かは、1回の再生NG発生のみでは判断は困難であるが、そのような場合は、複数セクターに渡って同一のリトライ回数で

【0183】例えば、複数のセクターにおいて、設定状態P5とされた5回目のリトライ時（つまりPLLゲインを変えた際）にリトライ成功となったことが連続した場合は、PLL部14において何らかの不具合があったと推定できる。そしてそれは、次のセクターの再生時にも影響する継続性のあるエラー原因である。従って、次のセクターでは設定状態P5として本再生を行うことが好適と考えることができる。

【0184】つまり所定回数以上、同一の設定状態において再生OKとなった場合は、次のセクターからは初期値に戻さないようにすることが好適である。このためにはステップF107の判断として、所定セクター数以上で、初期値以外の同一の設定状態において再生OKとなったか否かをも判断するようにし、その場合は継続性のあるエラー原因が存在するとしてステップF108に進まないようにする。これによって、記録レーザーパワー以外の継続性のあるエラー原因にも好適に対応して、できるだけリトライを行わずに再生動作を進行させることができるようになる。

【0185】またこのような再生系の不具合や記録時のレーザーパワー以外にも、継続性のあるエラー原因は存在する。例えば記録時のレーザーパルス波形が適切でなかったり、ディスク6の記録感度が適正でなかったりすることなどもその一例となる。従ってそれらに対応できるパラメータ設定が用いられた場合において再生OKとなった場合は、次のセクターの本再生時にはその設定状態をそのまま用いるようにする。

【0186】なお以上の説明においては、パラメータの設定状態として具体的な設定変更方法（例えばゲインの上下及びレベル、カットオフ周波数の上下及び範囲等）については述べていないが、これらは、それぞれ想定されるエラー原因に対してそれぞれ対応するため適した設定変更が行われるようにすることはいうまでもない。また、特に振幅基準値の設定変更に関しては、推定される記録レーザーパワーに基づいて変更すべき値を算出するということも可能である。例えば上述したように、アシンメトリ値と記録レーザーパワーは比例関係にあるため、アシンメトリ値から記録レーザーパワーの適否、及び否の場合に過小であるか過大であるかが判別できる。さらに比例関係にあることで、レーザーパワーが適正值からどの程

42

度ずれているかも正確に推定できる。そこで、例えば $\gamma_{asy} > \gamma_{asy3}$ 、つまり記録レーザーパワーが過大である場合には、どの程度過大であるか（つまり $\gamma_{asy} - \gamma_{asy3}$ の値）に応じて、振幅基準値を設定していくようにしてもよい。即ち高記録パワー用の振幅基準値を、レベルに応じて多数用意しておくものである。記録レーザーパワーが過小である場合に対しても同様である。

【0187】なおアシンメトリ値 $\gamma_{asy}$ の算出方法としては、上述のように振幅基準値を用いればよいが、アシンメトリ値はRF信号のエンベロープをサンプリングしていき、そのサンプリング値を用いても可能である。即ち上記式(25)の計算に必要なサンプリング値を集めれば、アシンメトリ値 $\gamma_{asy}$ は算出でき、その様な算出法を採用してもよい。

【0188】以上本発明の実施の形態を説明してきたが、本発明は上記例に限定されることなく、多様な変形例が考えられる。もちろん図25、図26に示したようなパラメータ設定変更の例やリトライ回数は、説明上利用した例にすぎず、実際には多様なパラメータ設定変更例が考えられる。同様に、図27に示した処理例も一例にすぎない。

【0189】また本発明は、例えば3値4状態、7値6状態など、各種のビタビ復号方法を採用したドライブ装置や、ビットバイビット復号方式を採用したドライブ装置にも適用することができる。さらに本発明は、記録媒体に記録されたデータを再生する各種の再生装置に適用することができる。すなわち、光磁気ディスク(MO)以外にも、例えばDVD等の相変化型ディスク、CD-RW(CD-Rewritable)等の書き換え可能ディスク、CD-R(CD-WO)、WORM等の追記型ディスク、DVD-ROM、CD-ROM等の読み出し専用ディスク等に対応するディスク再生装置に適用することが可能である。

【0190】

【発明の効果】以上の説明からわかるように本発明のドライブ装置は、再生NGによるリトライ時には、リトライ毎にパラメータ設定状態を変更していくようにしており、そしてあるパラメータ設定状態においてリトライ成功となった場合は、次のセクターの本再生に移る際に、そのリトライ成功時の設定状態の種別に応じて、パラメータ設定状態を維持するか、もしくは初期値へに戻すかを選択できるようにしている。すなわち、パラメータ設定状態を変更しながらリトライを行うことで、リトライ成功時には、そのときの設定状態から、それまで再生NGとなっていた原因が推定できるため、その推定された原因に応じて次のセクター(単位領域)の再生の際のパラメータ設定状態を決めることで、次のセクターの本再生を成功に導く可能性を高くすることができる。これにより、最適なリード能力による再生処理、リトライに移行しない再生動作を実行できる可能性が高くなり、従っ



て迅速かつ効率のよい再生処理を実現できるため、ドライブ装置としての性能を向上させることができるという効果がある。

【0191】またリトライ動作により適正な再生データが得られた際の設定状態の種別が、次の単位領域に継続性のあるエラー原因に対応できる設定状態である場合は、続いて実行する単位領域の再生時に、そのリトライ成功時の設定状態を維持させるようにし、一方、リトライ動作により適正な再生データが得られた際の設定状態の種別が、その単位領域に固有のエラー原因に対応でき 10  
る設定状態である場合は、続いて実行する単位領域の再生時に、パラメータ設定状態を初期値に戻すようにすることで、最も的確なパラメータ設定が実現される。

【0192】さらに、継続性のあるエラー原因に対応できる設定状態とは、記録時のレーザーパワーが不適切であったことに対応できる設定状態とし、一方、単位領域に固有のエラー原因に対応できる設定状態とは、その単位領域に存在するディフェクトや複屈折に対応できる設定状態であるとして、上記のように次セクターのパラメータ設定についての判断を行うことで、適切なパラメー 20  
タ設定が可能となり、ドライブ装置の性能向上を促進させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用できるビタビ復号を用いた一般的なディスクドライブ装置のブロック図である。

【図2】マーク位置記録方法およびマークエッジ記録方法の概要の説明図である。

【図3】RLL(1, 7)符号化方法における最小磁化反転幅の説明図である。

【図4】RLL(1, 7)符号とマークエッジ記録方法 30  
によって記録されたデータの再生信号をPR(1, 2, 1)で波形等化したときのアイパターンの説明図である。

【図5】ビタビ復号方法の状態遷移の過程の説明図である。

【図6】ビタビ復号方法の状態遷移の説明図である。

【図7】ビタビ復号方法の状態遷移のトレリス線図の説明図である。

【図8】ビタビ復号器のSMUのブロック図である。

【図9】ビタビ復号器のSMUのA型ステータスメモリ 40  
のブロック図である。

【図10】ビタビ復号器のSMUのB型ステータスメモリのブロック図である。

【図11】ビタビ復号器のマージブロックにおける状態

データ値の選択動作の説明図である。

【図12】ビタビ復号器で適応化される振幅基準値の説明図である。

【図13】実施の形態のドライブ装置のブロック図である。

【図14】記録レーザーパワーとインパルス応答の関係の説明図である。

【図15】記録レーザーパワーとアイパターンの関係の説明図である。

【図16】2T及び8Tパターンのエンベロープの説明図である。

【図17】2T及び8Tパターンのエンベロープにみられるアシンメトリ値の説明図である。

【図18】実施の形態における適切なアシンメトリ値範囲の説明図である。

【図19】実施の形態のOCUのブロック図である。

【図20】実施の形態のオフセットエラー検出タイミングの説明図である。

【図21】オフセットが大きくなった場合の様子の説明図である。

【図22】複屈折などによりオフセットが急激に変化した場合の説明図である。

【図23】3Tパターンでの再生RF信号の説明図である。

【図24】3Tパターンでの再生RF信号がオフセットにより誤検出される場合の説明図である。

【図25】実施の形態のパラメータ設定変更例の説明図である。

【図26】実施の形態のパラメータ設定変更例の説明図である。

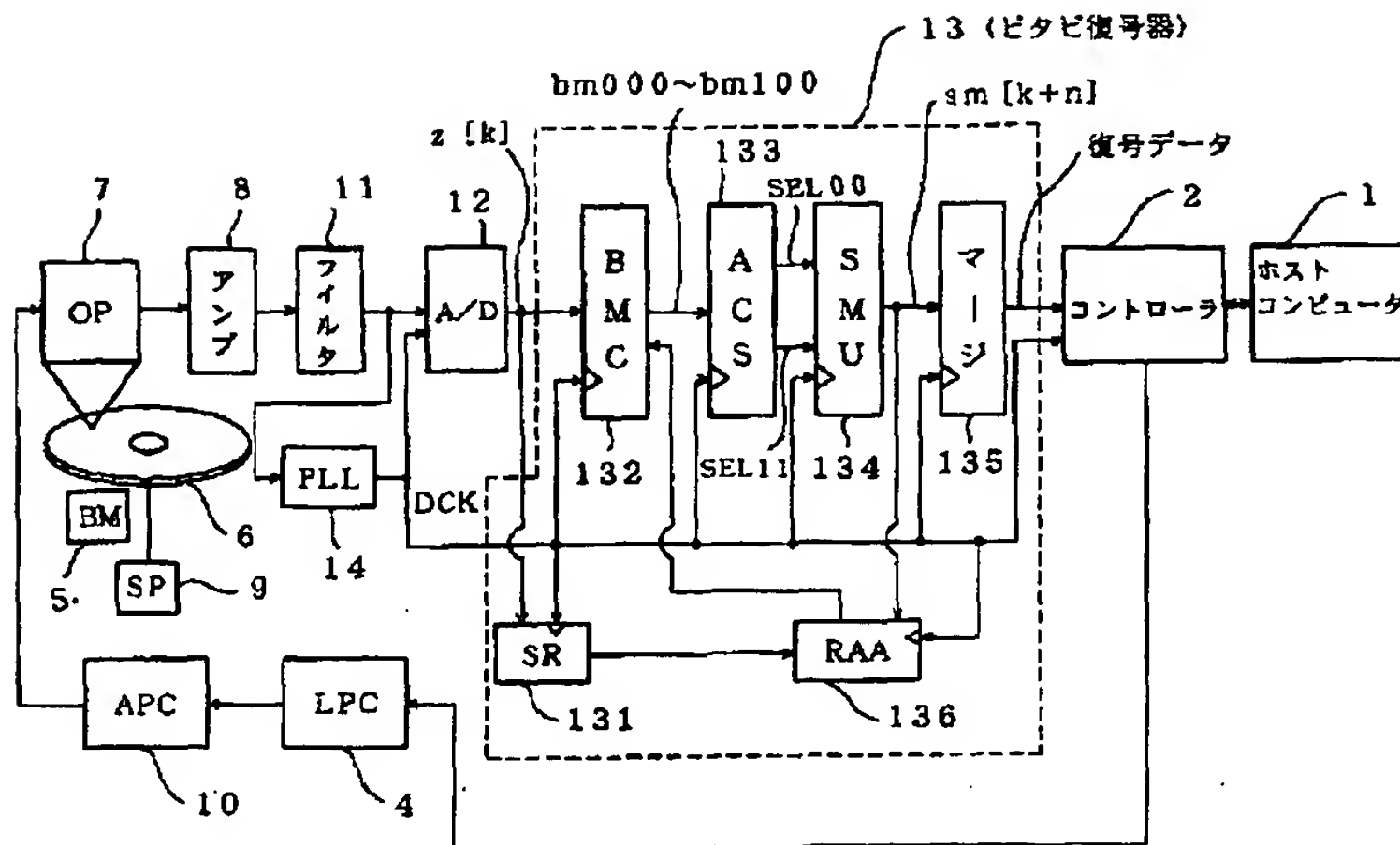
【図27】実施の形態の再生時の処理のフローチャートである。

#### 【符号の説明】

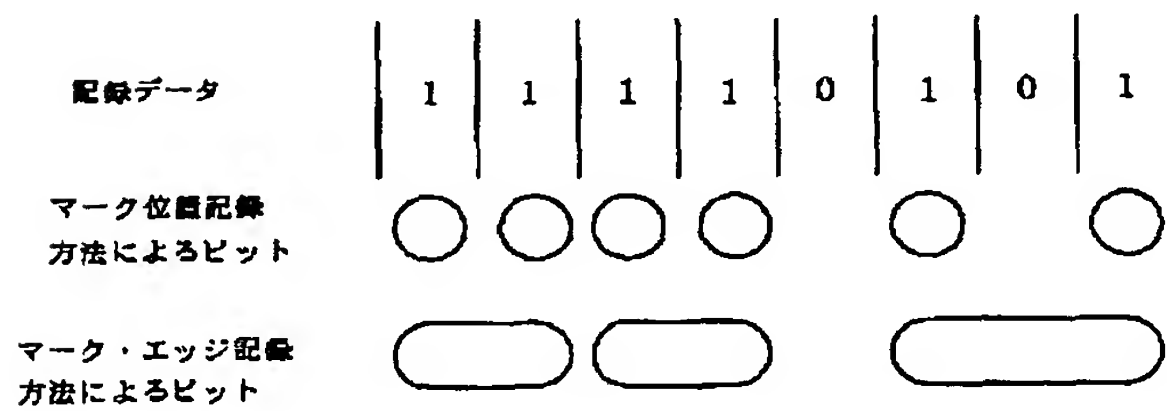
1 ホストコンピュータ、2 ドライブコントローラ、3 CPU、4 LPC、5 磁気ヘッド、6 ディスク、7 光ピックアップ、8 アンプ、9 スピンドルモータ、10 APC、11 フィルタ部、12 A/D変換器、13 ビタビ復号器、14 PLL部、15 MTG、16 OCU、17 D/A変換器、19 オフセットキャンセル部、131 シフトレジスタ、132 BMC、133 ACS、134 SMU、135 マージブロック、136 RAA、161 モード切替部、162、163、164、165 ラッチ回路、166 加算器、167 アンプ



【図1】



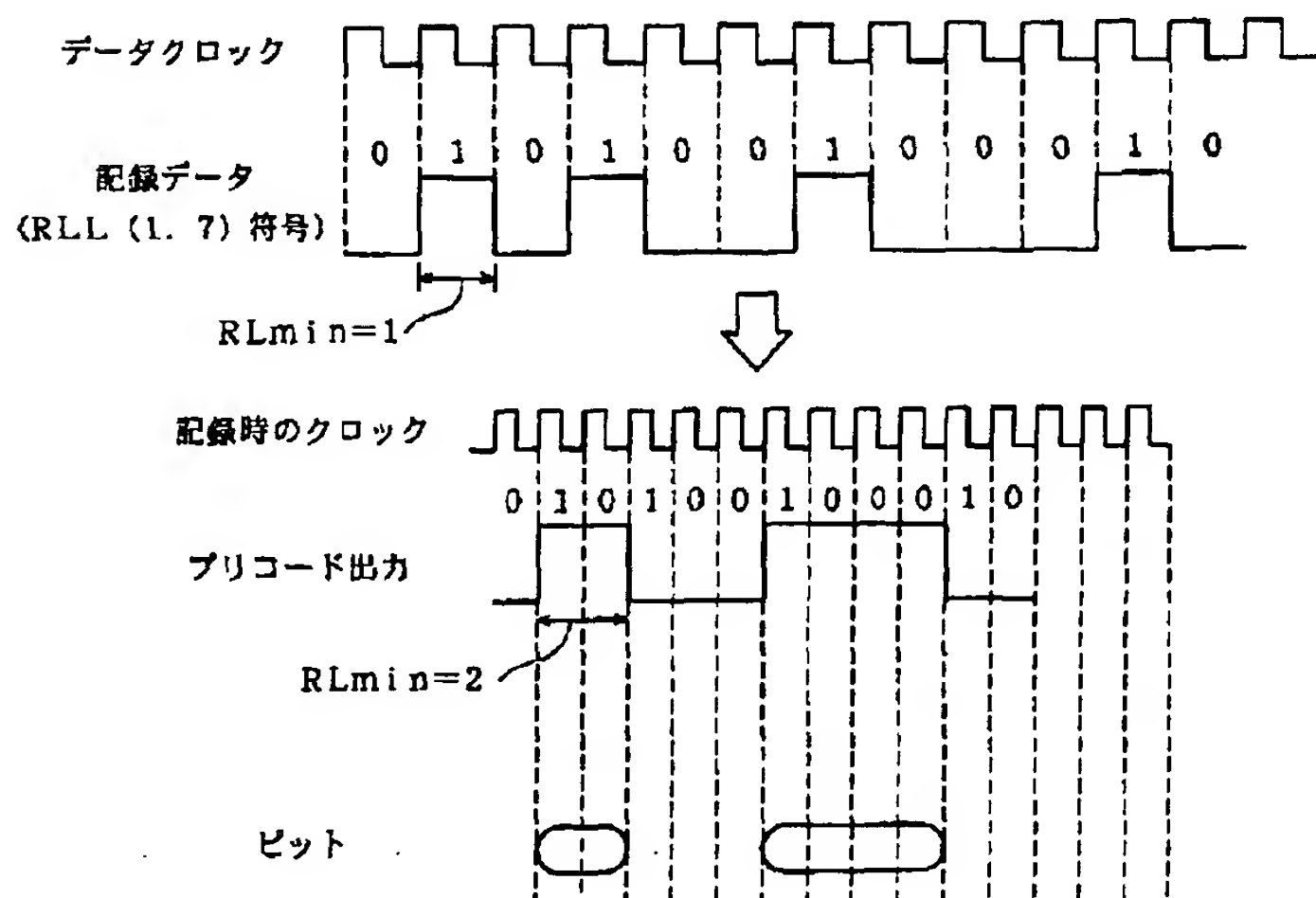
【図2】



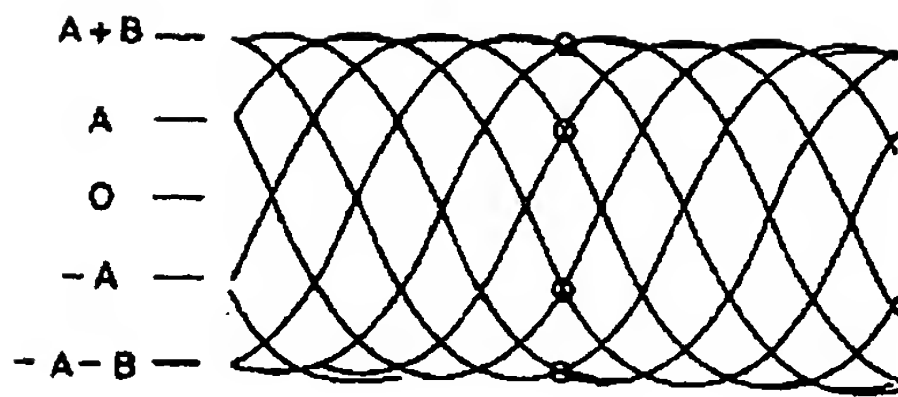
【図11】

sm[k+n-1]	sm[k+n]	復号データ値
00	00	0
00	01	1
01	11	0
11	11	0
11	10	1
10	00	0

【図3】



【図4】

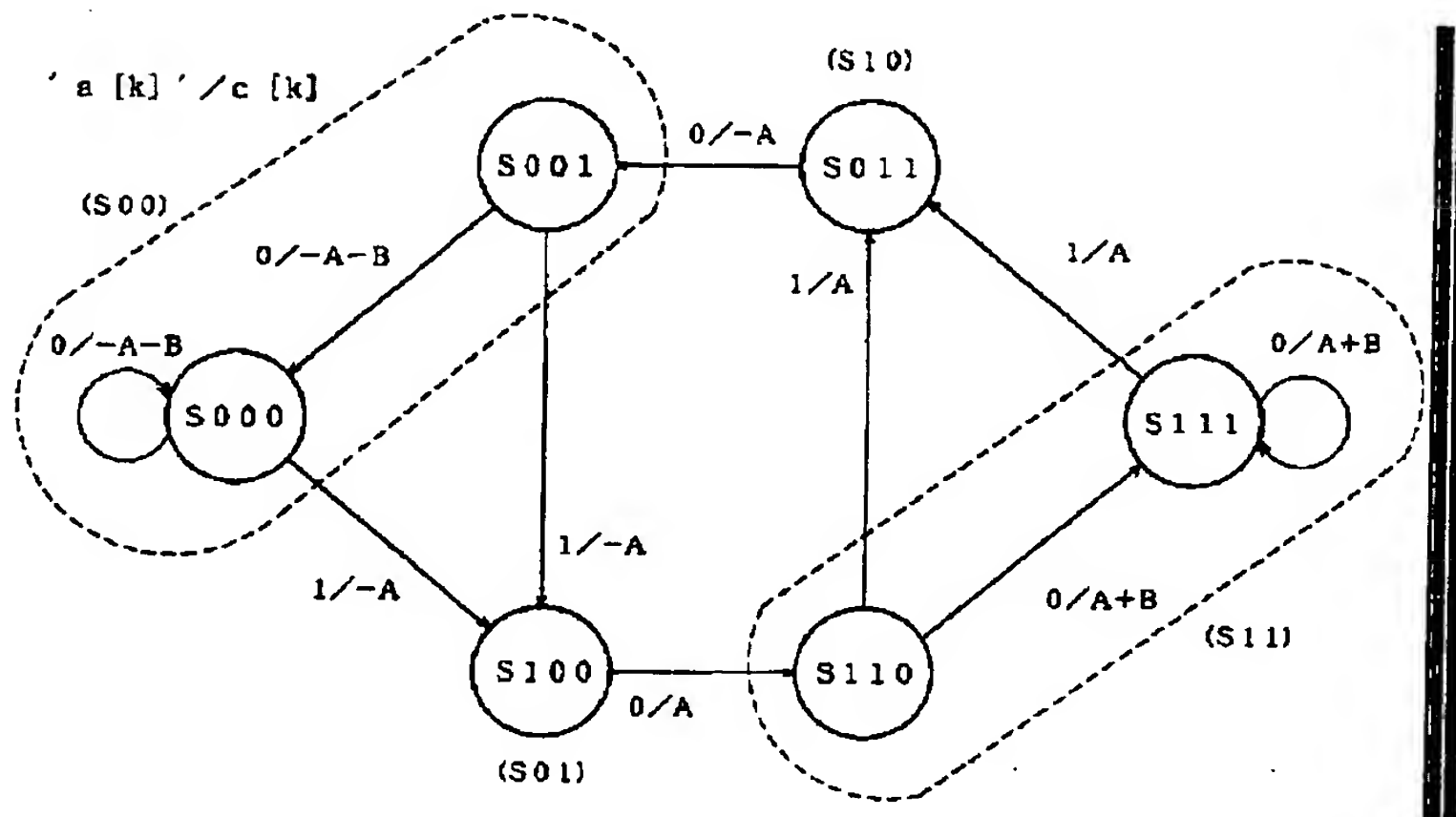


【図12】

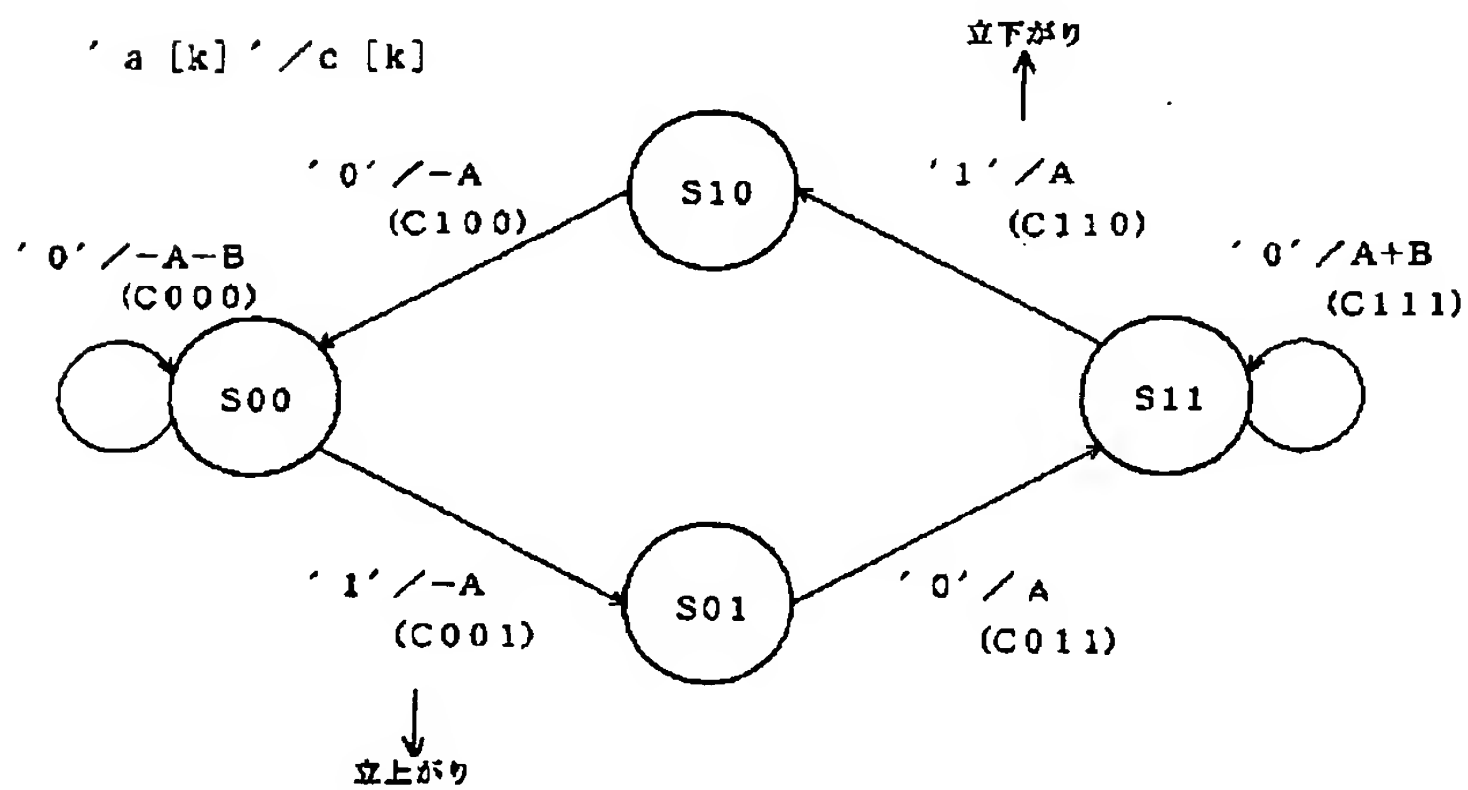
RAAブロックで更新される振幅基準値一覧

$sm[k+n-1]$	$sm[k+n]$	$c_{ijk}$
00	00	$c_{000}$
	01	$c_{001}$
01	11	$c_{011}$
11	11	$c_{111}$
	10	$c_{110}$
10	00	$c_{100}$

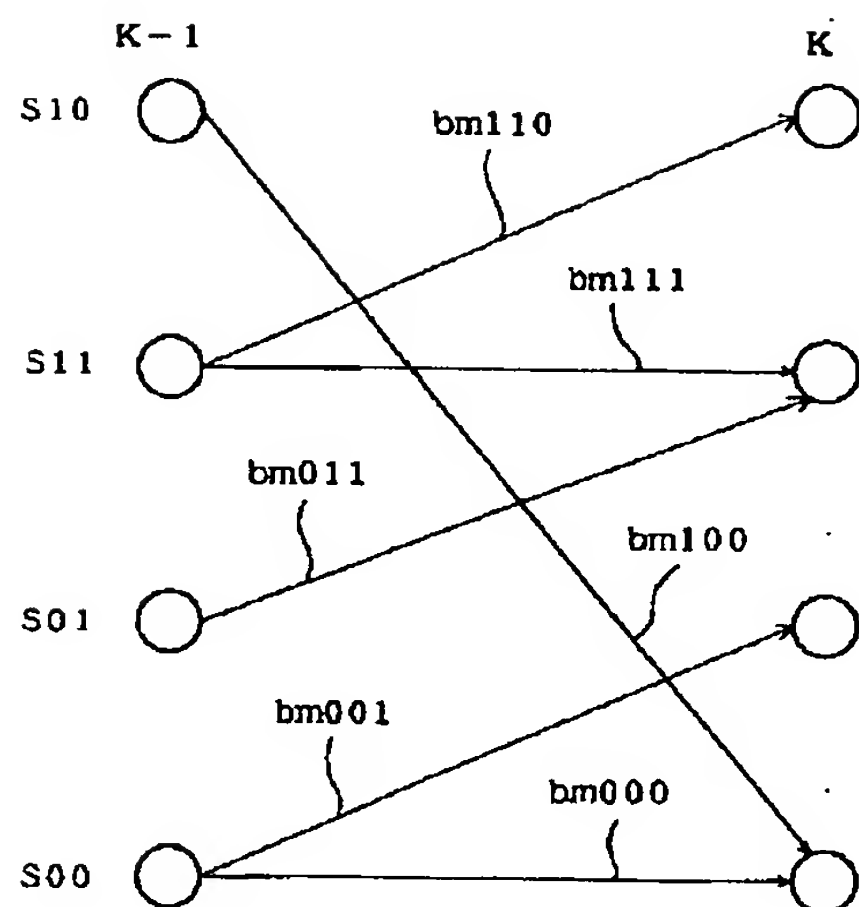
【図5】



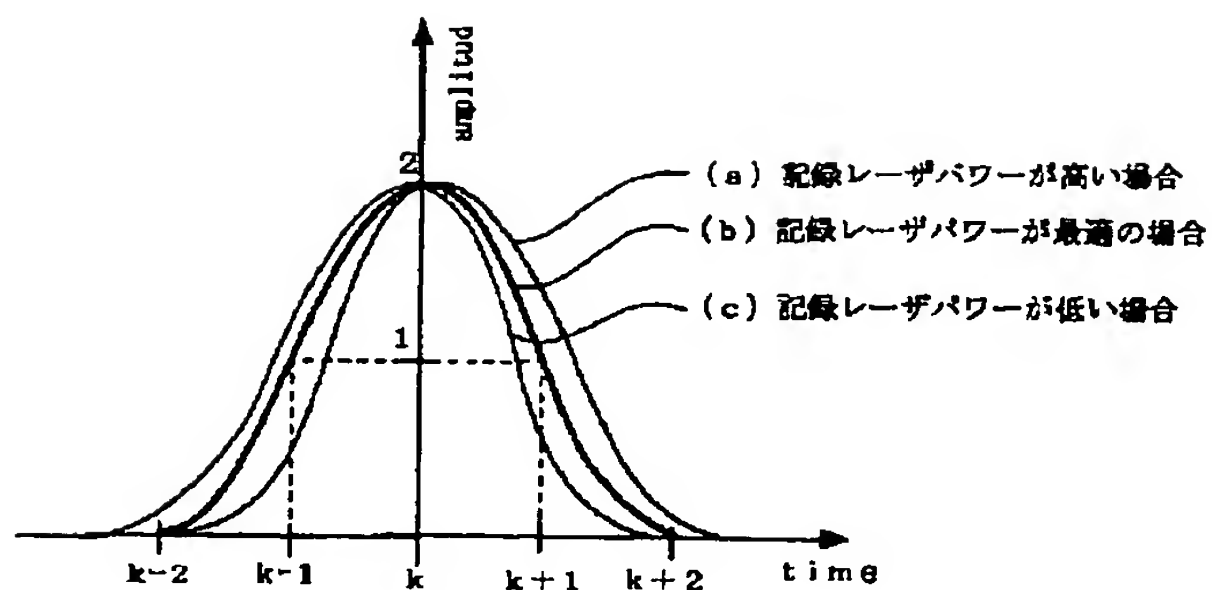
【図6】



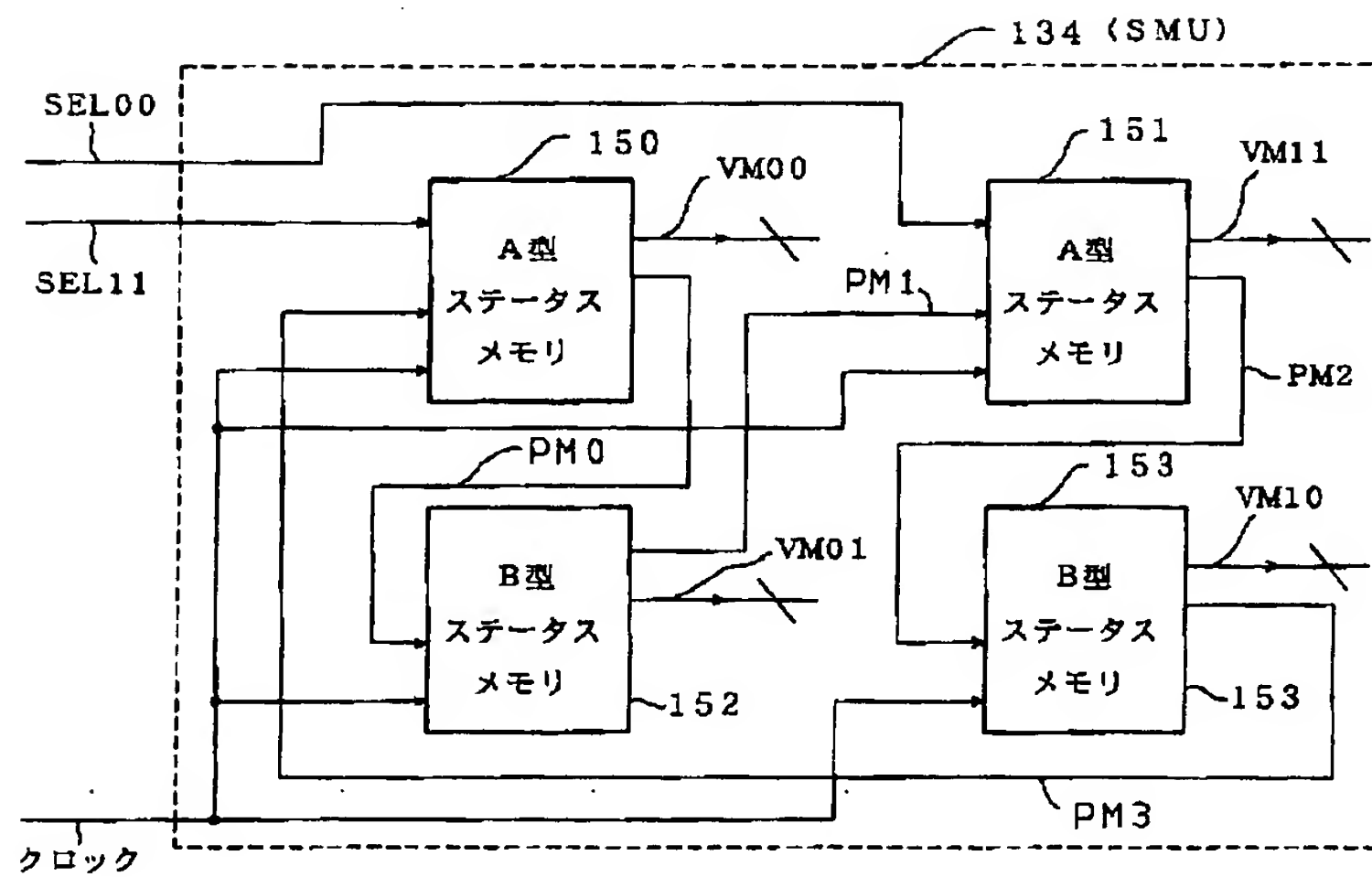
【図7】



【図14】

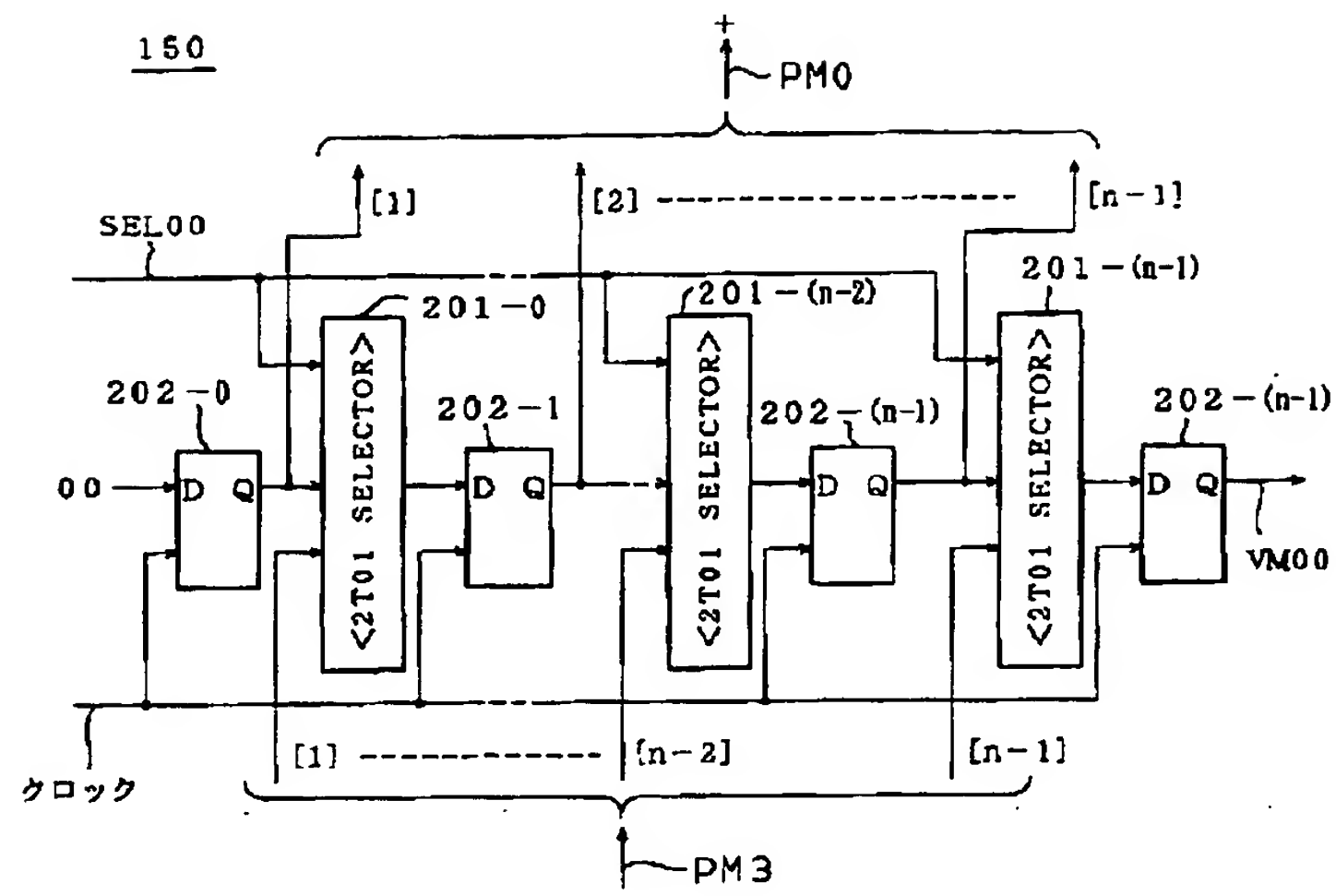


【図8】

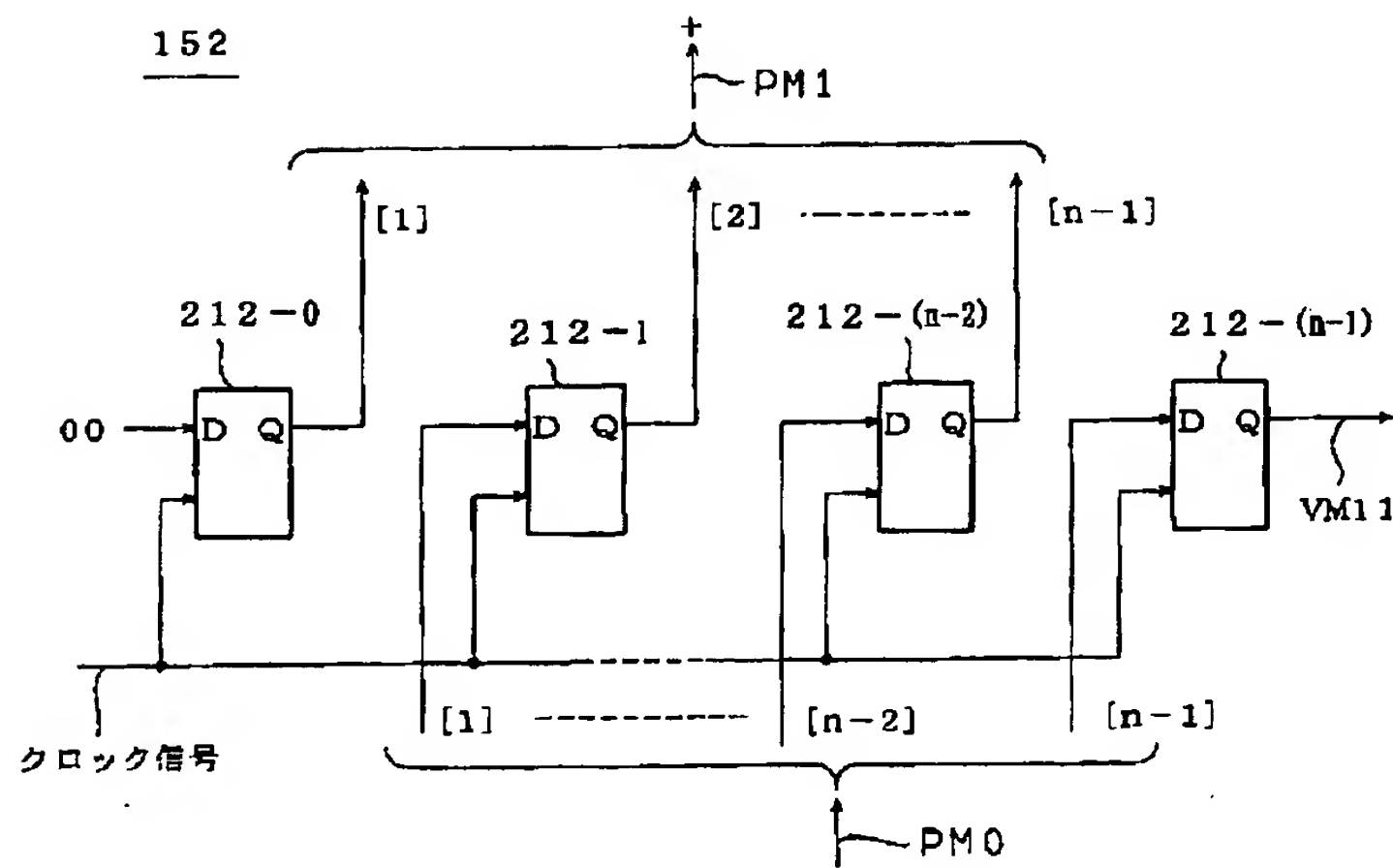




【図9】

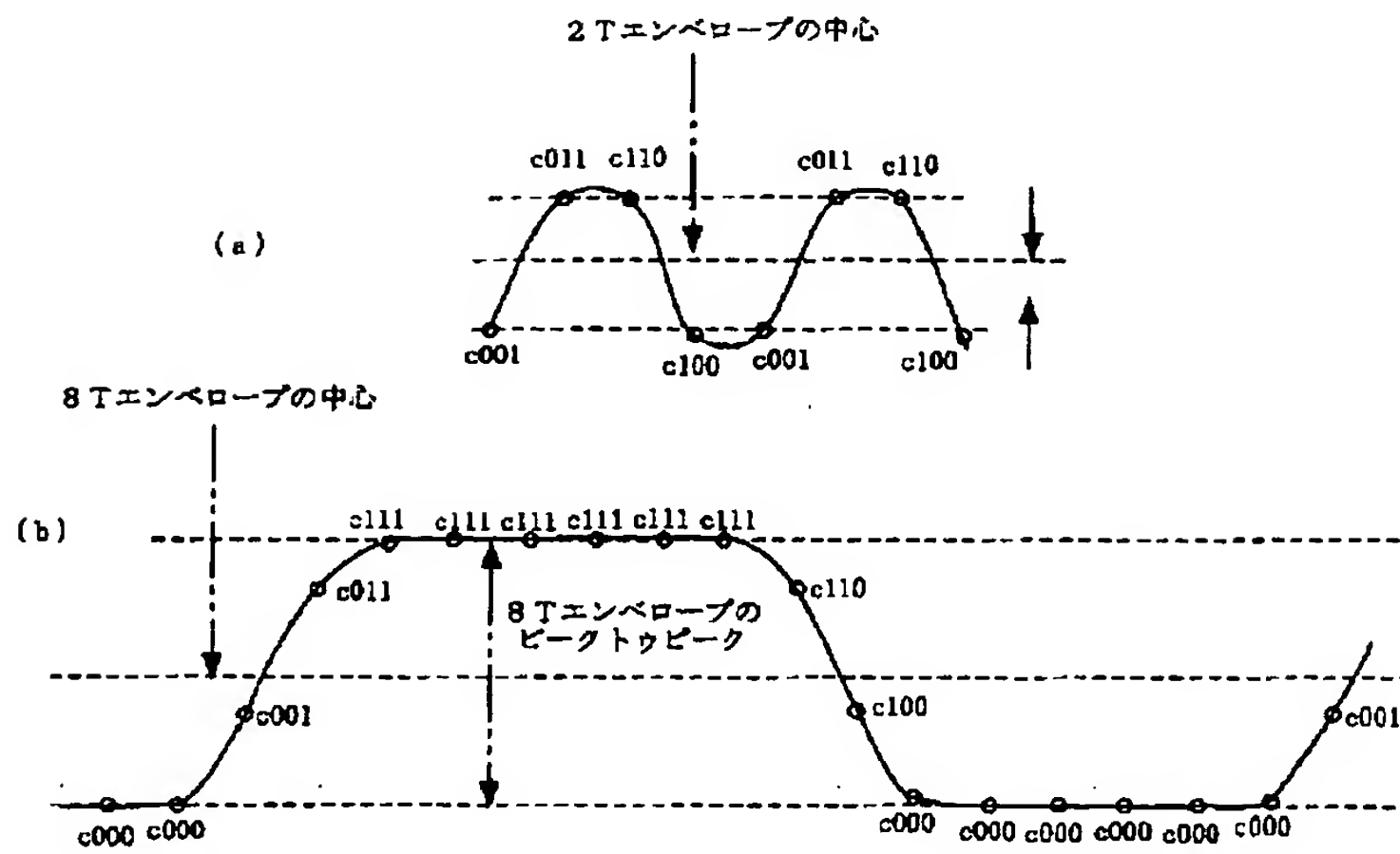


【図10】

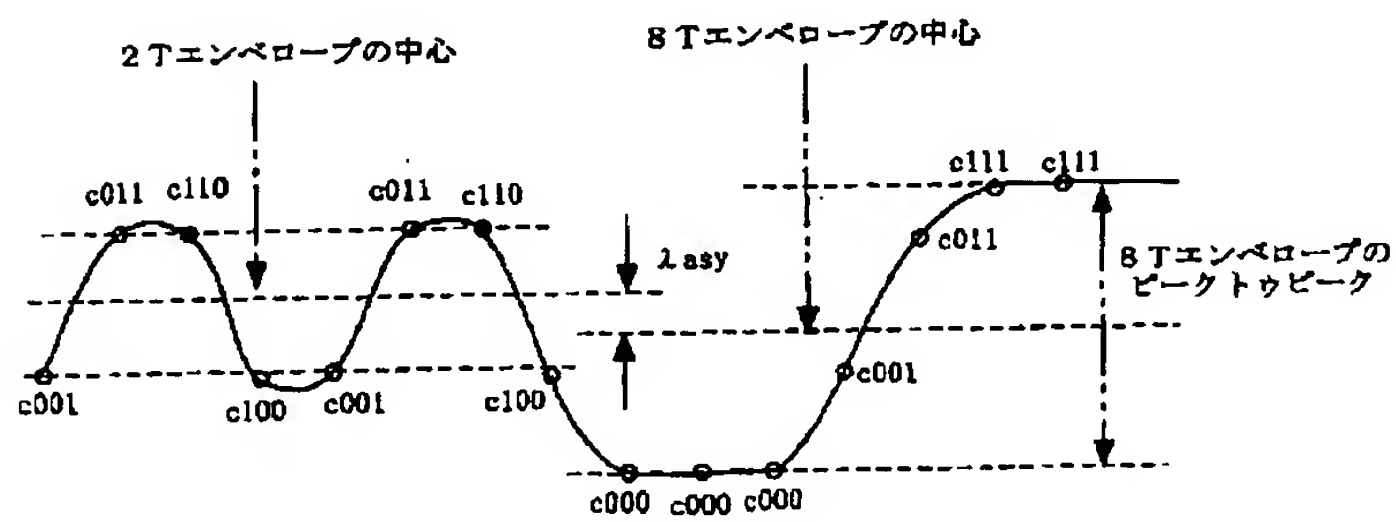




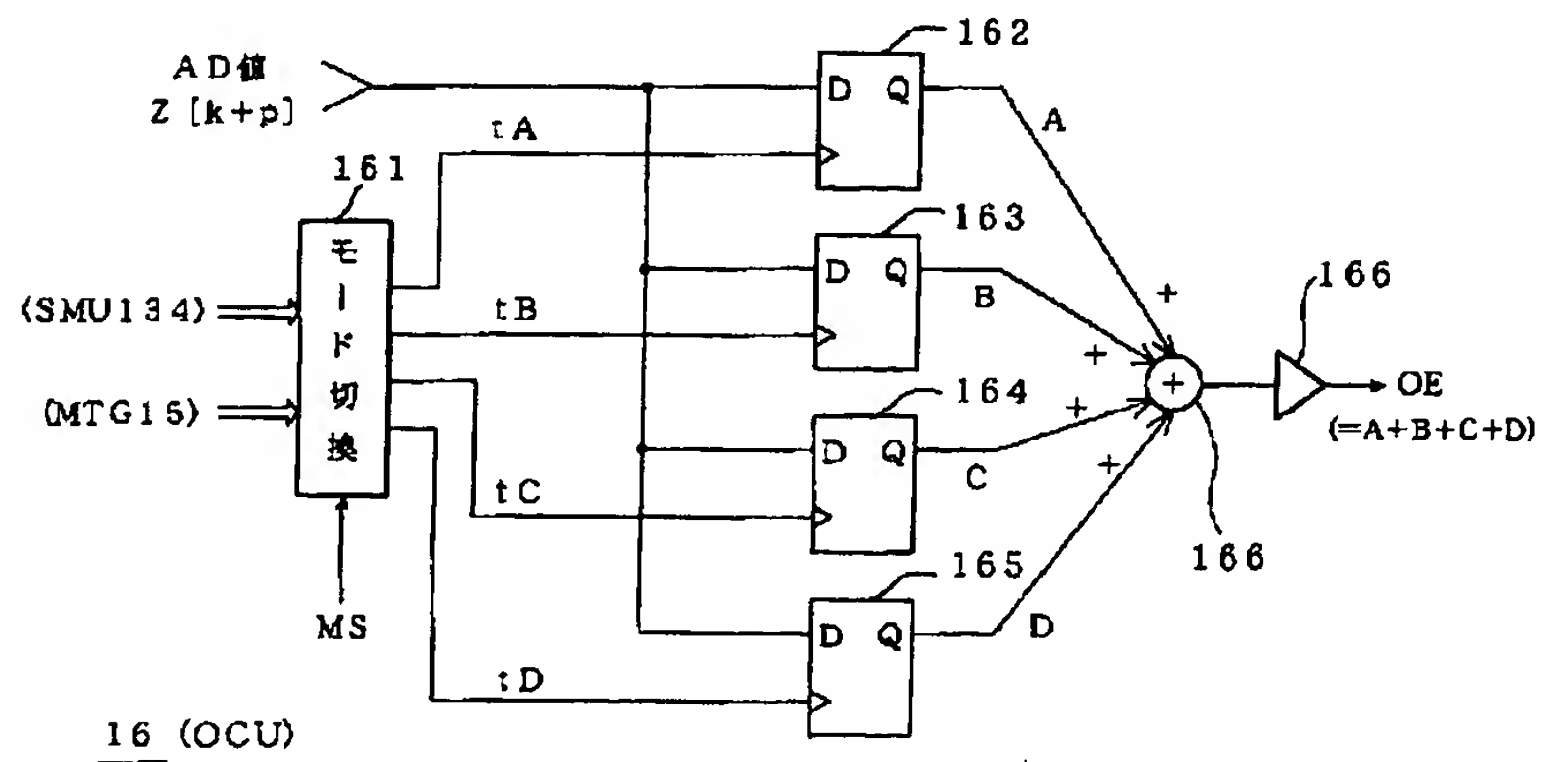
【図16】



【図17】

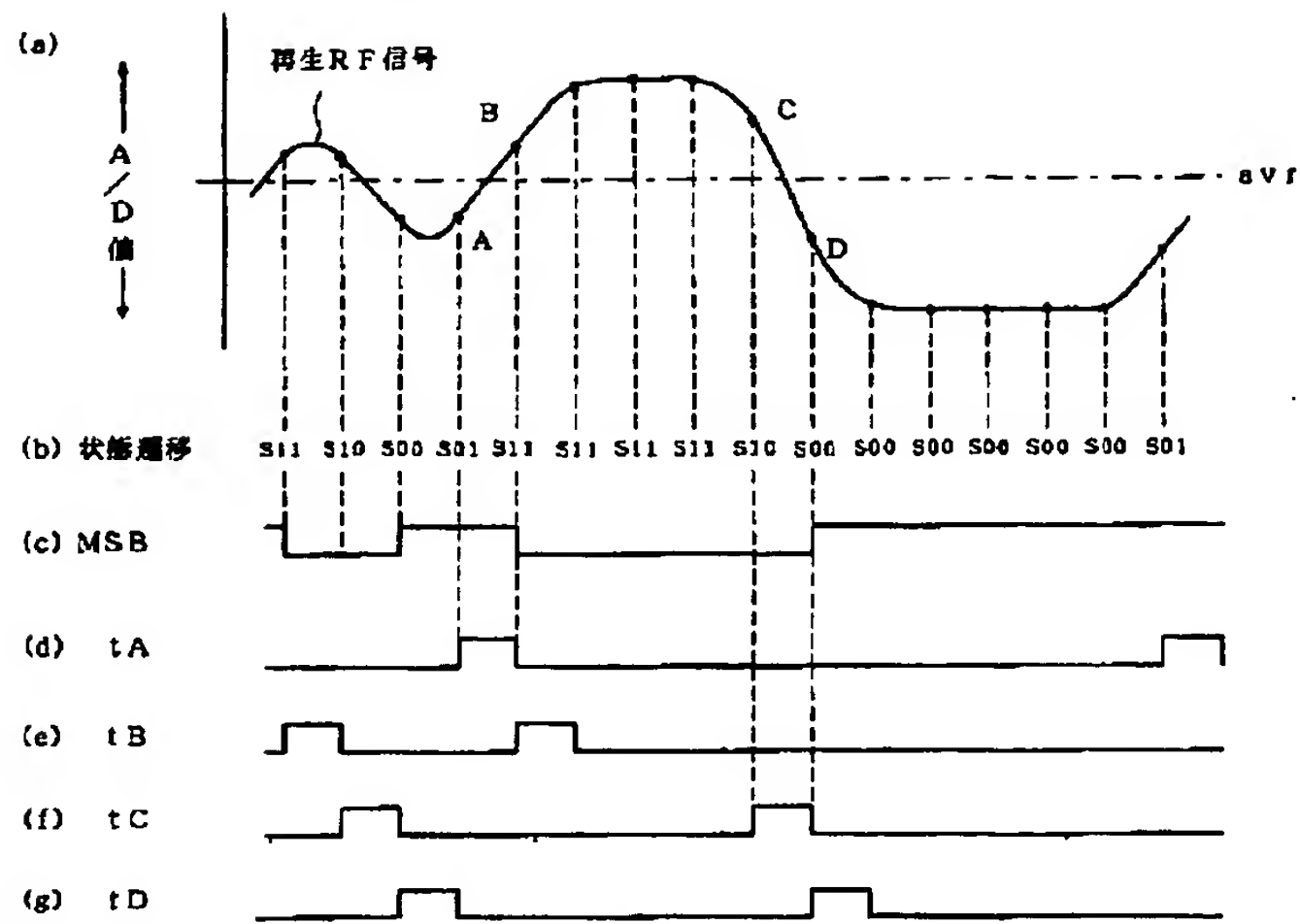


【図19】

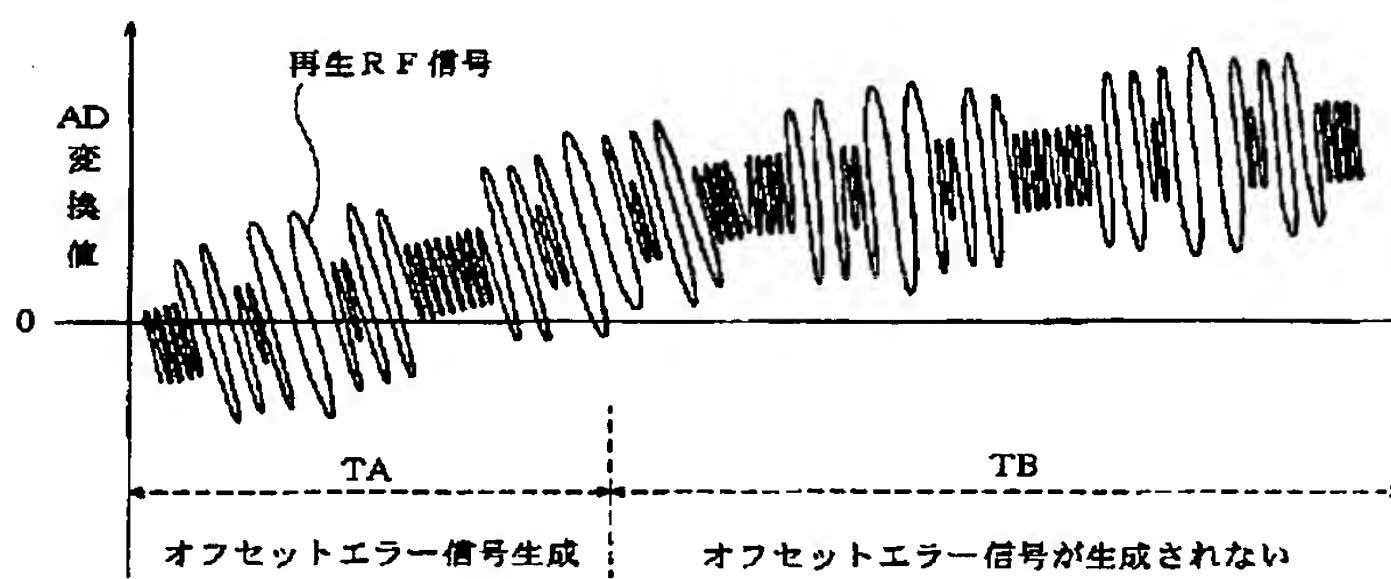




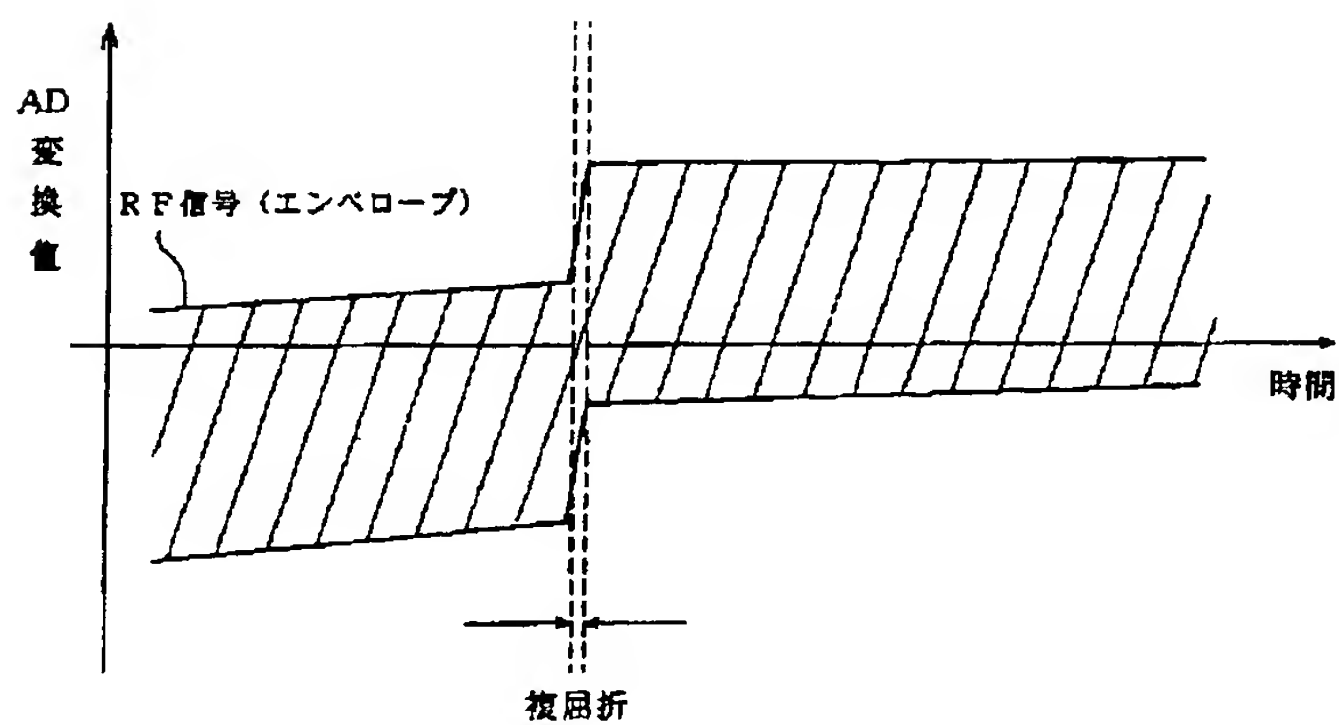
【図20】



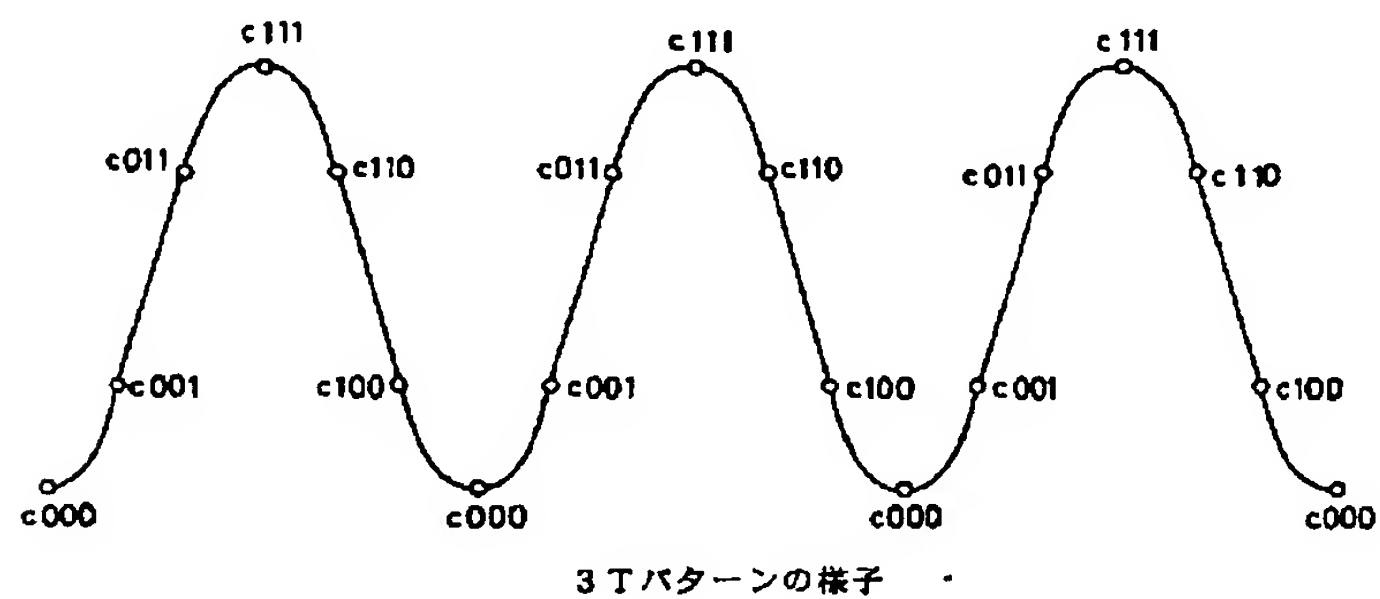
【図21】



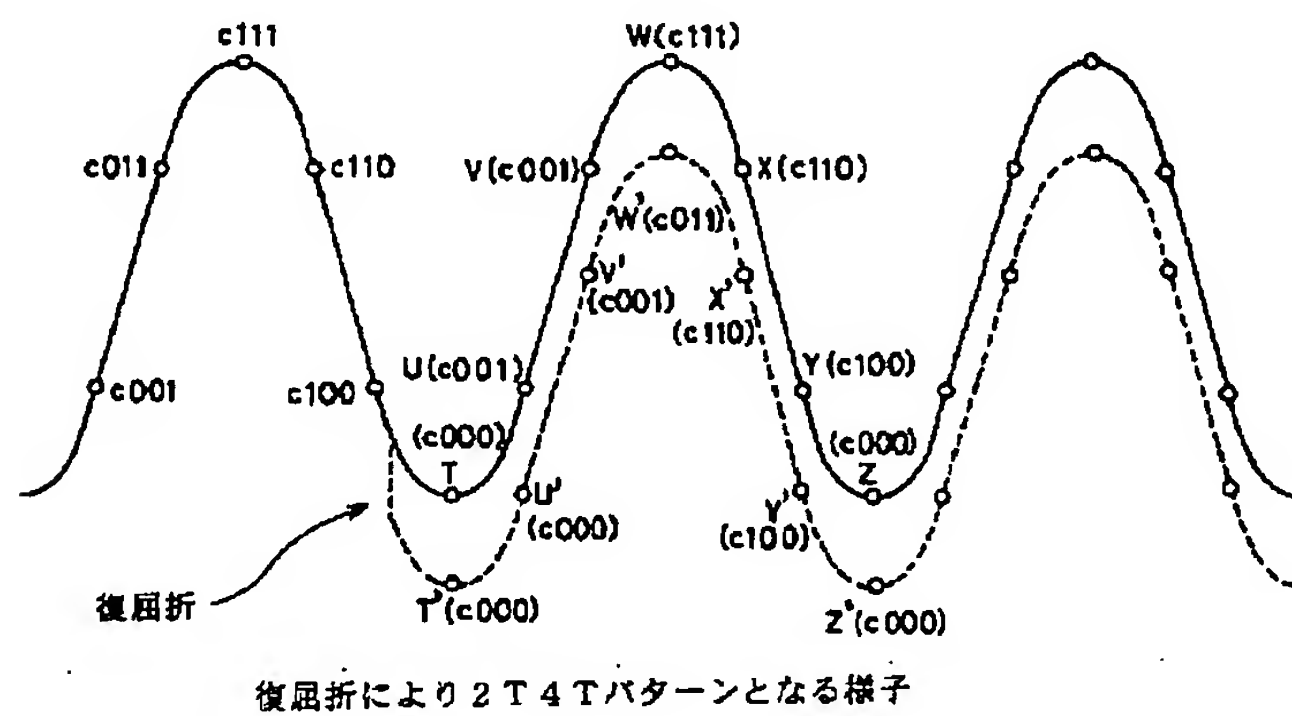
【図22】



【図23】



【図24】



【図25】

	パラメータ設定変更例	パラメータ 設定番号
本再生時	各パラメータはデフォルト値	P D
リトライ1	VGAゲイン変更	P 1
リトライ2	R G A T E タイミング変更	P 2
リトライ3	オフセットモード変更	P 3
リトライ4	振幅基準値設定変更	P 4
リトライ5	P L L ゲイン変更	P 5
リトライ6	フィルタ部ブーストレベル変更	P 6
リトライ7	オフセットゲイン/P L L ゲイン変更	P 7
リトライ8	フィルタ部ブースト帯域変更	P 8

【図26】

	パラメータ設定変更例	パラメータ 設定番号
本再生時	振幅基準値設定変更	P4
リトライ1	各パラメータはデフォルト値	PD
リトライ2	VGAゲイン変更	P1
リトライ3	RGATEタイミング変更	P2
リトライ4	オフセットモード変更	P3
リトライ5	PLLゲイン変更	P5
リトライ6	フィルタ部ブーストレベル変更	P6
リトライ7	オフセットゲイン/PLLゲイン変更	P7
リトライ8	フィルタ部ブースト帯域変更	P8

【図27】

